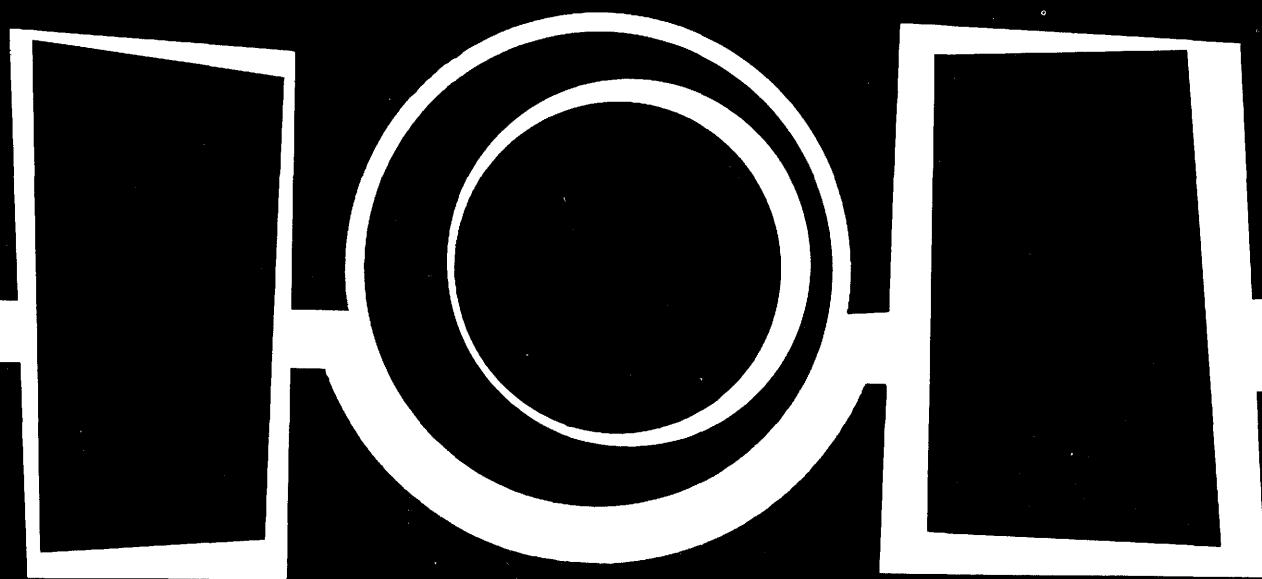


COMMISSION DES COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES

Environnement et qualité de la vie

**ÉTUDE PRÉLIMINAIRE SUR LA LUTTE CONTRE LA
POLLUTION DANS LE BASSIN RHÉNAN**



COMMISSION
DES
COMMUNAUTES EUROPEENNES

Service de l'environnement et
de la protection des consommateurs

ETUDE PRELIMINAIRE SUR LA LUTTE CONTRE
LA POLLUTION DANS LE BASSIN RHENAN

par P. ANNE

Directeur de laboratoire de recherche

Résumé

L'étude préliminaire présentée ici comporte, en premier lieu, l'examen technique de la situation actuelle à l'égard de la pollution des eaux dans le bassin rhénan et des conséquences de cette dernière; on constate en particulier que cette pollution a une influence très défavorable sur les diverses utilisations des eaux et, notamment, sur la préparation d'eau potable, sur l'emploi de l'eau en agriculture et sur différentes opérations industrielles. On sait en outre que les prélèvements d'eaux superficielles effectués à diverses fins augmentent progressivement au cours des années.

Les actions entreprises sur le plan national et sur le plan international et les résultats obtenus sont ensuite indiqués, puis les mesures de diverses natures prévues ou à recommander en vue de lutter contre la pollution sont exposées. Au sujet de celles-ci l'importance de la création d'une Agence du bassin du Rhin et de l'accroissement des recherches intéressant ce bassin est à souligner.

La pollution s'est aggravée au cours du temps et elle a atteint, à divers égards, un niveau élevé; il est donc indispensable et urgent qu'une action vigoureuse et efficace au niveau des Communautés Européennes et avec la Confédération Helvétique soit développée afin d'aboutir le plus rapidement possible à une amélioration de la situation actuelle.

Table des matières

Introduction

I. -	Origines et effets des pollutions	9
1.	Origines des principales pollutions	9
2.	Effets des pollutions sur le fleuve	13
3.	Effets des pollutions sur l'utilisation de l'eau et sur l'utilisation du milieu aquatique	33
4.	Le Rhin et l'économie des eaux aux Pays-Bas	40
II. -	Actions entreprises au niveau national et au niveau international	47
1.	Dispositions légales et réglementaires en vigueur	47
2.	Action de différents organismes	50
3.	Mise en place d'installations d'épuration	55
4.	Exemples d'actions spécifiques	58
5.	Remarques sur l'état actuel de la pollution dans le bassin rhénan	61
III. -	Examen des mesures prévues ou à recommander en vue de lutter contre la pollution du Rhin	64
1.	Observations succinctes sur le droit international en matière de pollution des eaux	64
2.	Mesures relatives à l'organisation générale de la lutte contre la pollution	67
3.	Le problème de la pollution due aux chlorures	80
4.	Pollution thermique	91

<u>Conclusions</u>	101
--------------------	-----

Annexes	104
---------	-----

N.B. : Les références bibliographiques signalées dans les différents chapitres sont indiquées à la fin de chacun de ceux-ci.

Les tableaux et graphiques signalés dans le texte sont placés à la fin du Rapport.

INTRODUCTION

1 - Observations sur la situation actuelle -

Les pollutions qui affectent le Rhin et ses affluents sont d'origines très diverses (naturelle, urbaine, industrielle, agricole, thermique, radioactive* ou encore elles peuvent être dues à la navigation). Elles sont caractérisées par des modifications très variées des propriétés physiques, chimiques et biologiques des eaux mais leurs effets s'étendent également à la flore et à la faune aquatiques et au milieu ambiant.

L'examen de la composition des eaux du Rhin révèle la présence d'un grand nombre de corps chimiques, minéraux ou organiques ; les uns sont stables ou ne subissent que des transformations mineures, d'autres par contre, sont l'objet de profondes altérations pouvant aller jusqu'à leur destruction complète (c'est le cas de nombreuses matières organiques, mais la biodégradabilité de ces dernières varie beaucoup selon leur nature et les conditions de milieu).

L'évolution de la composition des eaux au cours de la période 1959-1970 peut se résumer succinctement de la manière suivante :

La charge en matières organiques s'est accrue notablement dans la plus grande partie du fleuve en dépit de l'intensité des phénomènes d'auto-épuration constatés dans certains tronçons ; dans l'ensemble, cette pollution augmente, dans une forte proportion, de l'amont vers l'aval. La teneur en oxygène des eaux, qui dépend dans une large mesure du rejet de matières organiques tend à décroître dans certaines parties du fleuve ; les teneurs les plus faibles se produisent pendant les périodes de sécheresse et elles ont pour conséquence la mort de poissons ou des difficultés de survie de ceux-ci, ainsi que le ralentissement ou l'arrêt des phénomènes de destruction des matières organiques grâce auxquels se fait l'épuration naturelle.

* La pollution radioactive n'a pas été comprise dans la présente étude : elle n'est citée ici que pour mémoire.

En ce qui concerne les nitrates et les phosphates on constate des augmentations de charges très nettes depuis 1959 ; ces deux catégories de corps facilitent, grâce à leur action conjuguée, un développement de végétaux aquatiques qui a des conséquences particulièrement néfastes dans les régions où se trouvent des canaux et des lacs.

L'examen des charges en chlorures révèle des augmentations importantes des rejets, qui sont à l'origine de graves difficultés dans l'utilisation de l'eau.

La charge en sulfates s'est accrue également d'une manière notable au cours des années.

Au sujet de métaux tels que le plomb, le cuivre, le nickel et le zinc, les teneurs actuelles ne sont pas alarmantes lorsque l'on considère l'utilisation de l'eau pour la boisson. Cependant, la possibilité d'accumulation de différents métaux toxiques dans les organismes vivants et dans les sédiments impose une attention particulière à l'égard des conséquences de ces phénomènes.

La charge en composés phénoliques est aussi en augmentation. Il convient de rappeler également la présence dans les eaux du Rhin de différentes substances toxiques (biocides entre autres) et d'hydrocarbures.

Les effets des pollutions mentionnées sont multiples. Tout d'abord, il faut souligner qu'elles entraînent de graves difficultés dans la préparation de l'eau potable (présence de chlorure de sodium, de matières organiques, de substances provoquant des mauvais goûts), de sorte que le coût des opérations d'épuration à effectuer s'en trouve notablement accru. Par ailleurs, en raison des exigences de diverses industries en matière de qualité des eaux, une épuration plus ou moins complexe est fréquemment nécessaire.

En matière d'utilisation agricole le chlorure de sodium est la substance la plus gênante ; il a pour effet de déprimer les rendements et de diminuer l'efficacité des opérations de rinçage destinées à abaisser la teneur en sel des canaux de certaines régions des Pays-Bas.

L'influence néfaste de la pollution sur la vie des poissons tient principalement à l'insuffisance des teneurs en oxygène ; on note de plus que diverses substances sont susceptibles de leur communiquer des goûts désagréables.

Rappelons également que les baignades dans les eaux polluées sont dangereuses du point de vue de l'hygiène et que, d'une manière générale, l'utilisation de telles eaux pour les activités nautiques enlève à celles-ci une grande partie de leur intérêt.

Les effets de la pollution du fleuve s'étendent aussi à la mer : en raison du déversement continu de matières polluantes dans cette dernière ; il peut se produire des augmentations locales de teneurs en diverses substances ; à ce sujet on peut signaler l'existence d'un courant côtier susceptible d'entraîner des substances polluantes vers la mer des Wadden.*

2 - Mesures prises en vue de lutter contre la pollution - **

Ces actions sont de natures diverses. On peut citer en premier lieu celles qui procèdent des dispositions légales et réglementaires destinées à protéger l'eau et à en aménager l'utilisation.

Par ailleurs, l'intérêt des actions entreprises par différents organismes internationaux et nationaux et plus particulièrement par la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution est à souligner tout spécialement. Cette Commission s'efforce de

* Au Nord-Ouest des Pays-Bas.

** La Conférence ministérielle contre la pollution du Rhin, qui s'est tenue les 25 et 26 octobre 1972 à LA HAYE ne sera pas évoquée ici ; les indications nécessaires à ce sujet seront fournies dans les chapitres II (rubrique n°22) et III (rubriques n°214, n°323 et n°45) du rapport et l'essentiel rappelé dans les conclusions.

résoudre les problèmes les plus importants et les plus urgents, tels que ceux qui tiennent au déversement de sel et à la pollution thermique^{*}; de plus, ses statuts lui donnent la vocation de présenter des recommandations aux Etats-Membres et de préparer d'éventuels arrangements entre eux.

Parmi les autres organisations il convient de citer notamment les Commissions internationales pour la protection de la Moselle et de la Sarre contre la pollution, la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin et la Communauté internationale de travail des services rhénans de distribution d'eau.

La mise en place d'installations d'épuration destinées à traiter les affluents des collectivités urbaines et celles des établissements industriels est de première importance dans la lutte contre la pollution des cours d'eau. Dans ce domaine des efforts marqués ont été accomplis dans le bassin rhénan ; cependant, il reste des travaux très importants à effectuer ainsi que le montre l'état actuel du Rhin et de ses affluents ; un développement notable des dépenses est d'ailleurs prévu.

Parmi les mesures spécifiques prises pour réduire la pollution du Rhin et de ses affluents on peut citer entre autres : la mise en place d'une organisation de surveillance et de systèmes d'alerte ; l'adoption d'un règlement concernant le transport de matières dangereuses sur le Rhin ; l'organisation de la collecte des huiles de cale ; la limitation du rejet de chlorures par les Mines domaniales de potasse d'Alsace ; l'accord réalisé en vue de l'utilisation exclusive de détergents biodégradables.

3 - Nécessité de mesures très importantes -

Il ressort de ce que nous venons d'exposer très succinctement qu'il est absolument nécessaire de mener des actions très importantes contre la pollution des eaux dans le bassin rhénan. Dans le

* La pollution thermique est assez limitée actuellement et n'a pas d'effets notables ; mais des mesures strictes et urgentes sont nécessaires afin d'éviter que le développement des centrales thermiques n'ait, dans l'avenir, des conséquences graves.

rapport qui va suivre, nous nous efforcerons, après avoir donné sur l'état actuel et les actions déjà entreprises les informations nécessaires à un jugement fondé, d'indiquer les mesures qu'il convient de prendre. Mais l'étude qui nous a été confiée a un caractère préliminaire : notre propos se limitera donc à examiner les points essentiels en nous attachant à mettre en lumière les grandes lignes de l'organisation générale de la lutte à entreprendre et les caractéristiques dominantes des principaux problèmes spécifiques.

CHAPITRE I

Origines et effets des pollutions.

1 - Origines des principales pollutions

11 - Pollutions d'origine naturelle*

Tous les cours d'eau contiennent des matières d'origine naturelle : leur présence est due au ruissellement des eaux sur le sol nu ou couvert de végétation, à l'infiltration des eaux dans le sol et à l'action propre des cours d'eau sur leurs rives et sur leur lit. Ces substances, organiques ou minérales, et de natures chimiques très diverses, se trouvent à l'état dissous, en suspension plus ou moins fine, ou encore à l'état de débris plus ou moins volumineux. Au sujet de la participation du sol à ces phénomènes, on peut remarquer qu'il existe parfois, à des profondeurs variables, des couches géologiques contenant des matériaux notablement solubles (chlorure de sodium par exemple).

Il faut ajouter aux matières citées les déchets provenant des activités vitales des animaux sauvages et de leur propre corps après leur mort.

En général, cette pollution naturelle ne correspond pas à des quantités de matières considérables ; cependant, elle peut prendre une importance accrue à la suite de précipitations abondantes et aux époques de crues.

12 - Pollutions d'origine urbaine

Cette pollution est très importante dans le bassin rhénan, car une partie seulement des effluents urbains est traitée dans des stations d'épuration.** Le rejet d'effluents urbains non traités est pratiqué, soit en totalité, soit partiellement, dans des agglomérations urbaines d'importances diverses appartenant à différents pays.

* Nous entendons par cette expression, conventionnellement, les pollutions dans lesquelles l'homme n'intervient pas.

** On trouvera des indications à cet égard dans le chapitre II (rubrique n°3).

Les effluents domestiques sont composés principalement de matières organiques diverses en solution ou en suspension ; ils contiennent également des matières minérales en quantités non négligeables. En outre, des effluents industriels sont fréquemment collectés également dans les réseaux d'égouts urbains.

Remarquons de plus que la concentration des effluents urbains est susceptible de varier dans d'assez larges limites dans les réseaux où l'eau de pluie est également admise.

13 - Pollutions d'origine industrielle

L'activité industrielle dans le bassin rhénan est considérable. On peut citer les principaux groupes d'industries suivants :

- Industries minières (charbon, fer, sels de potassium)
- Industries métallurgiques
- Industries chimiques et industries du pétrole
- Industries textiles
- Industries des produits cellulosiques
- Industries alimentaires
- Industries pharmaceutiques
- Industries de traitement de surface des métaux
- Industries diverses

Parmi les substances polluantes très nombreuses et très variées provenant de ces différentes activités, nous mentionnerons les groupes de produits ou de matières suivants :

- Substances acides, basiques et sels (dont des sels de métaux lourds)
- Composés ammoniés, soufrés, cyanés
- Substances organiques azotées diverses, matières grasses, glucides (hydrates de carbone)
- Phénols
- Hydrocarbures
- Produits de synthèse divers
- Détergents
- Produits pharmaceutiques
- Substances toxiques diverses
- Matières colorantes
- Matières solides diverses
- Argiles, limons, boues organiques et minérales
- Débris variés

Les matières polluantes peuvent provenir de différents stades de la production : il peut donc s'agir de résidus de matières premières, de matières provenant de stades intermédiaires de la fabrication, de produits fabriqués ou de résidus apparaissant en fin de fabrication.

14 - Pollutions dues à la navigation

La pollution due aux huiles rejetées par les bateaux est importante, mais des mesures ont été prises dans ce domaine par les Etats riverains. Par ailleurs, les accidents de navigation sont susceptibles d'avoir pour conséquences des pollutions de gravités diverses.

15 - Pollutions d'origine agricole

Ces pollutions sont d'origines très variées. En ce qui concerne les engrais, il semble, en général, que des pollutions de quelque importance ne puissent se produire que dans le cas de l'emploi d'engrais azotés à des doses trop élevées ou à des époques ne convenant pas, ou encore d'engrais phosphatés sur des sols à faible pouvoir de rétention.

Le problème de la pollution des eaux par des pesticides à la suite d'utilisations agricoles est très complexe en raison de la multiplicité des substances employées et de leurs propriétés variées (en ce qui concerne en particulier leurs transformations dans le sol et leurs solubilités). Des traces de différents pesticides sont constatées assez couramment dans les cours d'eau (il est généralement difficile de déterminer les parts respectives dues aux activités agricoles et aux activités industrielles).

Par ailleurs, les exploitations agricoles sont susceptibles de polluer les eaux par des effluents divers provenant des locaux où sont maintenus les animaux, de fosses à fumier ou à purin, de silos, d'installations de laiteries, de caves, etc.

16 - Pollution thermique

L'origine de cette pollution sera précisée dans la suite du présent rapport*.

* Chapitre III (rubrique n°4)

17 - Pollution radioactive

Cette pollution n'est citée ici que pour mémoire (son étude a fait l'objet, en 1968, d'un rapport de la Communauté européenne de l'énergie atomique (1)).

2 - Effets des pollutions sur le fleuve

21 - Examen préalable des caractéristiques du débit du Rhin

(Tableaux n^{os} 1a, 1b, 1c, relatifs à la période : 1959 - 1970.

Lieux d'observation considérés : de Stein am Rhein à Gorinchem, Vreeswijk et Kampen)*

Les variations du débit du Rhin en cours d'année sont très importantes, mais leurs modalités sont différentes selon les portions du fleuve considérées. Le Rhin, né dans les glaciers des Alpes occidentales a d'abord le comportement d'un fleuve de montagne, bien alimenté en été par la fonte des neiges et par les pluies; les faibles débits se produisent en hiver. Si l'on considère des portions successives du fleuve de l'amont vers l'aval on observe les effets du changement du climat et le minimum d'hiver est remplacé finalement par un maximum en cette même saison. Mais on constate également qu'il se produit assez fréquemment dans la partie médiane du Rhin et dans la partie basse une période de débits assez abondants en été.

Il convient de souligner que ces variations en cours d'année portent, nécessairement, sur des débits différents en valeur absolue selon les portions du fleuve considérées.

Le rapport entre les valeurs maximale et minimale du débit en un lieu donné, observées au cours d'une période assez longue, constitue une caractéristique intéressante à considérer ; il est par exemple de l'ordre de 16 à BALE et de 20 à EMMERICH. (Selon la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin (3)).

Au sujet des variations observées entre des années différentes, voici quelques données relatives à la période 1963 - 1970 :

		Valeurs extrêmes ---7m37sec)---	
	<u>Stein-am-Rhein</u>	<u>Kembs</u>	<u>Emmerich-Lobith</u>
Moyenne annuelle	287 à 471	692 à 1470	1532 à 3192
Minimum annuel	112 à 257	450 à 615	850 à 1460
Maximum annuel	515 à 951	1550 à 2350	3165 à 7365

* Il s'agit de données publiées par la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution (2). (Les valeurs minimales et maximales font défaut pour les années 1961 et 1962).

En un même lieu le débit peut donc varier dans de très larges limites d'une année à l'autre. En ce qui concerne les débits moyens annuels, on note par exemple la succession d'une année à fort débit (1965) à une année à faible débit (1964) et celle de deux années à fort débit (1965 et 1966).

Ces variations du débit en cours d'année et d'une année à l'autre influent à différents égards sur les phénomènes de pollution et plus particulièrement sur les teneurs de l'eau du fleuve en substances polluantes.

22 - Examen de la composition de l'eau du Rhin.

221 - Observations préalables sur l'estimation de la qualité des eaux.

2211 - Remarques générales :

La qualité des eaux peut être estimée en fonction de critères de différentes natures : physiques, chimiques, bactériologiques et biologiques. Il convient de remarquer que l'ensemble des normes existantes se présente d'une manière assez peu uniforme : tout d'abord le nombre de catégories d'eaux (correspondant aux différentes utilisations) auquel chacune de ces normes s'applique peut varier assez largement : Il peut s'agir d'une, deux ou trois catégories par exemple si l'on se borne à l'examen des eaux de boisson ou d'un nombre beaucoup plus élevé si l'on envisage les différentes classes d'eaux industrielles et les effluents provenant des diverses activités. De plus, les critères retenus pour une catégorie d'eau donnée ne sont pas toujours exactement les mêmes dans toutes les normes.

On sait également que le choix des niveaux de qualité peut dépendre, entre autres facteurs, de conditions propres au milieu (possibilités d'approvisionnement en eau, pollution plus ou moins grave) et de conditions économiques (degré de développement).

Parmi les données susceptibles d'être prises en considération dans le cas qui nous occupe ici, on peut citer : les normes de l'Organisation mondiale de la santé, différentes normes nationales (Etats de la Communauté, U.S.A., U.R.S.S.) ou d'Etats appartenant à une Fédération, des normes mises au point par des associations professionnelles

nationales ou internationales. (Normes de l'Association internationale des distributions d'eau ou normes de l'Association allemande des experts en matière de gaz et d'eau). Les normes retenues ici sont applicables à des eaux de natures variées, mais elles conviennent en particulier à celles du Rhin et de ses affluents.

2212 - Normes susceptibles d'être retenues en vue de diverses utilisations :*

Nous nous bornerons ici, dans la plupart des cas (en raison du caractère préliminaire du présent Rapport), aux critères de nature chimique.

22121 - Eaux de boisson et cours d'eau destinés à l'alimentation en eau potable :

Oxygène : La teneur est exprimée soit en valeur absolue, soit en valeur relative (fraction, calculée en pourcentage, de la teneur correspondant à la saturation de l'eau en oxygène), ou encore au moyen de ces deux critères employés concurremment. La teneur des eaux de bonne qualité est au minimum de 6 mg/l à 7 mg/l par exemple et le taux de saturation est au minimum de 60 % à 70 % par exemple.** La teneur minimale tolérable peut être fixée à 5 mg/l environ pour des eaux de qualité moindre.

Demande biochimique en oxygène (DBO5) : La valeur maximale peut être fixée à 3 mg/l environ : les eaux superficielles de bonne qualité ont une DBO5 ne dépassant pas 2 mg/l par exemple.

Oxydabilité au permanganate de potassium (MnO₄K) : On peut admettre comme valeurs maximales (exprimées en oxygène) : 3 mg/l pour les eaux superficielles de qualité supérieure et 4,5 mg/l pour les eaux de qualité moyenne.

* L'étude de la composition des eaux du Rhin, compte-tenu de ces normes, sera effectuée dans la rubrique n°222.

** On sait que le taux de saturation est fonction de la température : des précisions à cet égard seront fournies dans la rubrique relative à la pollution thermique (chapitre II, n°4).

Ions ammonium : On sait qu'une teneur élevée en ammonium ne constitue pas nécessairement l'indice d'une pollution, mais incite, à diverses vérifications : la teneur maximale que l'on puisse admettre sans vérifications particulières peut être fixée à 0,6 mg/l NH_4^+ en ce qui concerne les cours d'eaux destinés à l'alimentation en eau potable.

Chlorures : Les concentrations maximales retenues par divers organismes ou Etats varient entre des limites assez larges. On peut considérer que des concentrations de l'eau de boisson relativement élevées en chlorures peuvent être supportées par l'organisme humain (600 mg/l Cl^- par exemple) ; cependant, on peut admettre également que, sur le plan de l'hygiène, l'utilisation d'eaux de boisson ayant des teneurs en chlorures "modérées" est préférable ; les teneurs recommandées pourraient être comprises entre 25 ou 50 mg/l Cl^- et 200 ou 250 mg/l Cl^- selon la qualité et l'origine des eaux.

Nitrates : La valeur maximale à admettre est de l'ordre de 44 à 50 mg/l NO_3^- .

Phosphates : Ces sels ne sont pas toxiques ; la nuisance qu'ils peuvent provoquer est celle qui est en rapport avec l'eutrophisation ; il paraît difficile de fixer une limite de concentration à cet égard, en raison de la complexité des phénomènes qui entrent en jeu.

Sulfates : la teneur maximale peut être fixée à 250 mg/l SO_4^{--}

Métaux : Voici les valeurs des teneurs maximales généralement admises pour certains d'entre eux :

Cadmium : 0,01 mg/l ; Cuivre : 0,05 mg/l ; Mercure : 0,005 mg/l ;
Nickel : 1,0 mg/l ; Plomb : 0,1 mg/l ; Zinc : 5,0 mg/l.

Remarquons qu'il semble difficile de fixer des limites maximales précises dans différents cas en raison de phénomènes de concentration et d'accumulation dans les organismes animaux à partir d'eaux à très faible teneur.

pH : On peut considérer que le pH des eaux de bonne qualité doit être compris entre 6,5 et 8,5.

Composés phénoliques : En raison des goûts très désagréables dus à ces composés, il est indiqué d'adopter une valeur limite tolérable suffisamment basse, telle que 0,001 mg/l, étant entendu que l'absence de ces composés est souhaitable.

Nous rappellerons enfin l'importance de l'absence ou de la limitation à de très faibles teneurs de nombreuses substances minérales ou organiques : différents métaux et métalloïdes, cyanures, pesticides, détersifs, hydrocarbures. Citons également le cas particulier des fluorures, toxiques au-dessus d'un certain niveau (1,7 mg/l F^-) mais utiles, du point de vue de l'hygiène dentaire, à très faible concentration (inférieure à 0,9 mg/l F^-).

22122 - Eaux convenant à la baignade :

Les limites à retenir pour l'oxygène et la demande biochimique en oxygène sont assez voisines de celles que l'on admet pour les eaux de boisson. L'absence ou la limitation à de très faibles teneurs des composés phénoliques et des diverses substances particulièrement toxiques s'impose.

22123 - Eaux convenant à la vie des poissons :

Dans ce cas, la teneur en oxygène est particulièrement importante (par exemple : minimums tolérables : pour les eaux à salmonidés : 5 mg/l ; pour les autres eaux : 4 mg/l ; teneur plus élevée indispensable dans les zones de frai). Les limites de pH admissibles sont voisines de celles des eaux destinées à la boisson. L'absence de substances toxiques s'impose (certaines d'entre elles peuvent s'accumuler chez les poissons) ; les cyanures, les phénols et différents pesticides, en particulier, ne sont tolérables qu'à des concentrations très faibles. Les limites de sécurité à choisir ne doivent correspondre qu'à une fraction, suffisamment faible, des doses léthales, de manière à éviter non seulement la mort, mais aussi des troubles par intoxication.

De plus, il faut souligner l'importance des caractéristiques suivantes : absence de matières flottantes, faible teneur en matières en suspension, bonne transparence.

Enfin, la température joue un grand rôle dans ce cas.*

* Des indications à cet égard seront fournies dans la rubrique relative à la pollution thermique (Chapitre III, n°4).

22124 - Eaux utilisées par les différentes industries :

Les exigences en cette matière sont susceptibles de varier dans une très large mesure selon les industries considérées et ne peuvent être précisées en détail ici. En outre, elles peuvent différer dans une même industrie en fonction du degré de perfectionnement des techniques de fabrication utilisées. Notons également qu'il existe des méthodes de traitement qui permettent d'obtenir la qualité désirée à partir d'une eau d'origine quelconque, et que le recyclage des eaux est couramment utilisé.

Remarquons que la composition de certaines eaux utilisées dans l'industrie est voisine de celle des eaux de boisson (industries alimentaires par exemple). Parmi les exigences les moins élevées, on peut citer celles qui sont relatives aux eaux de refroidissement ; mais dans différents cas, certaines spécifications sont à observer assez strictement (dans l'industrie textile par exemple : matières en suspension et dureté limitées ; absence de différents métaux).

22125 - Eaux utilisées en agriculture :

Dans cette catégorie également, on observe des exigences variées.

En ce qui concerne les eaux utilisées pour l'irrigation, l'importance de la teneur en chlorures est à souligner.*

La teneur totale en matières minérales ne doit pas être trop élevée; à titre indicatif on peut admettre dans de nombreux cas une teneur tolérable de 500 mg/l et une teneur souhaitable de 200 mg/l.

D'une manière générale, les caractéristiques recherchées pour l'eau d'irrigation dépendent assez étroitement des conditions de milieu (sol, climat, plante), de la technique de culture utilisée et, en particulier, de la méthode d'irrigation choisie.

22126 - Cas du déversement d'eaux usées :

Selon les cas, les prescriptions portent sur la composition du milieu récepteur après rejet, qui doit être telle qu'elle autorise les utilisations choisies, ou sur celle des effluents rejetés ; dans

* Cette question sera examinée dans la suite du présent chapitre, dans la rubrique n°33.

la deuxième hypothèse il est indispensable de tenir compte de la charge totale de pollution admissible dans le tronçon considéré et du mode de rejet : déversement direct dans le cours d'eau ou par l'intermédiaire d'une station d'épuration : il est en effet très important d'adapter la charge rejetée à la "capacité d'absorption" du cours d'eau (parmi les facteurs qui interviennent dans cette notion, on peut citer, outre la charge elle-même, le taux de dilution dans le cours d'eau et, s'il y a lieu, la vitesse de destruction des matières polluantes dans ce dernier par auto-épuration).

222 - La composition de l'eau du Rhin et son interprétation

Les résultats analytiques que nous allons utiliser seront tirés des données numériques publiées par la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution (2). Le nombre de prélèvements annuels est dans la plupart des cas de 26, régulièrement répartis dans le temps.

Les lieux de prélèvement sont de l'amont vers l'aval, Stein am Rhein, à la sortie du Lac de Constance, Kembs, situé peu après le début du parcours franco-allemand, Seltz situé peu avant la fin de ce parcours, Braubach peu avant Koblenz et la jonction de la Moselle, Emmerich-Lobith, à la frontière germano-néerlandaise (il s'agit, dans ce dernier cas, de deux points de prélèvement, antérieurement distincts mais confondus depuis quelques années) et enfin Gorinchem, Vreeswijk et Kampen situés sur les trois bras du fleuve aux Pays-Bas.

Nous examinerons successivement : l'oxygène dissous, la demande biochimique en oxygène, les matières oxydables par le permanganate de potassium, les ions ammonium, les nitrates, les phosphates, les sulfates, les métaux, le pH, et les composés phénoliques. (Le cas des chlorures sera examiné dans une rubrique spéciale^{*}); les points de prélèvement retenus^{et} les périodes considérées seront précisés pour chacun des éléments.^{**}

* Chapitre III, n°3

** a. Rappelons préalablement que le terme : "charge" désigne la quantité de matière transportée par un cours d'eau en un temps donné : la charge est égale au produit : teneur × débit.
b. Certains des données dont nous disposons sont incomplètes; c'est le cas, en particulier, pour la période 1959-1963.

2221 - Oxygène dissous

(Tableaux n° 2 a et 2 b et graphique n° 1, relatifs à la période 1959 - 1970).

Lieux de prélèvement considérés (tableaux) : de Stein am Rhein à Emmerich-Lobith.

En ce qui concerne l'oxygène, ceules les teneurs seront considérées ici.

Variations de l'amont vers l'aval :

Les teneurs moyennes annuelles en oxygène diminuent notablement de Stein am Rhein à Emmerich-Lobith ; cette diminution est particulièrement marquée, en général, de Kembs à Braubach ; de plus, les variations dans les deux tronçons : Kembs-Seltz et Seltz-Braubach sont plus ou moins marquées selon les années. De Stein am Rhein à Kembs et de Braubach-^{Emmerich-}Lobith, on constate de légères variations, ou parfois des valeurs identiques.

On constate que les teneurs minimales se produisent le plus souvent pendant une période comprise entre le milieu de l'été et le début de l'automne; de plus on observe des diminutions particulièrement nettes des minimums annuels dans le tronçon Seltz-Braubach.

Les variations de la teneur en oxygène exprimée par rapport à la saturation (ou "taux de saturation") sont assez comparables à celles de la teneur exprimée en poids/volume, mais les valeurs de ce taux dépendant de la température de l'eau. C'est à Braubach et à Emmerich-Lobith qu'on observe les taux les plus faibles ; les minimums annuels les plus bas ont été les suivants :

- à Braubach en 1969 : 15 %
- à Emmerich-Lobith en 1964 et en 1969 :: 17 %

Variations au cours des années :

On observe une tendance assez nette à l'augmentation des teneurs moyennes à Stein am Rhein, qui semble due aux mesures prises contre la pollution du lac de Constance.

A Seltz, par contre, c'est une tendance à la diminution que l'on observe.

A Braubach et à Emmerich-Lobith les teneurs moyennes, qui ont été, chaque année, assez voisines et relativement basses, ont varié assez irrégulièrement : on a constaté des teneurs moyennes particulièrement faibles en 1964 (année très sèche) et en 1969.

Les teneurs minimales annuelles les plus faibles que l'on ait observées à Braubach et à Emmerich-Lobith ont été les suivantes :

- à Braubach, en 1969 : 1,6 mg/l
- à Emmerich-Lobith, en 1964 : 1.4 mg/l

De plus, les teneurs minimales annuelles ont été inférieures à 4 mg/l^{*}:

- à Braubach : tous les ans, de 1959 à 1960 et de 1963 à 1970, à l'exception de 1968 (minimum pour cette année : 4,2 mg/l).
- à Emmerich-Lobith : tous les ans pendant la période indiquée.

Parmi les circonstances susceptibles de provoquer des teneurs particulièrement basses. on peut citer le cas des périodes de sécheresse suivies de précipitations abondantes.

Il est à noter que les teneurs en oxygène constatées constituent l'expression d'un bilan dont toutes les données ne sont pas connues avec précision : parmi les facteurs dont dépend la teneur en oxygène de l'eau, on peut retenir, entre autres, dans le cas qui nous occupe. la concentration en matières organiques facilement oxydables et l'intensité des phénomènes ayant pour conséquence la mise en solution de l'oxygène de l'air.

Les faibles teneurs en oxygène constatées montrent que des rejets trop importants de matières oxydables sont effectués dans le fleuve. La situation en ce qui concerne l'oxygène dissous ne se présente pas sous un jour favorable ; l'examen de l'évolution au cours des années ne permet pas de constater une tendance à l'amélioration en aval de Kembs.

* Les minimums des années 1961 et 1962. dont nous ne disposons pas n'entrent pas en ligne de compte dans ces constatations.

2222 - Matières organiques

22221 - Demande biochimique en oxygène en cinq jours ou DBO 5

(Tableaux n° 3 a et 3 b et graphique n° 2, relatifs à la période 1959 - 1970).

Lieux de prélèvements considérés (tableaux) : de Stein am Rhein à Emmerich-Lobith.

Variations de l'amont vers l'aval :

Nous considérerons d'abord les données exprimées sous forme de "charge". La moyenne annuelle de celle-ci augmente dans une très forte proportion de Stein am Rhein à Emmerich-Lobith, mais cette élévation des charges ne se produit pas d'une manière régulière : on constate successivement : une augmentation de Stein am Rhein à Kembs, une diminution nette de Kembs à Seltz, puis des augmentations notables de Seltz à Braubach et de Braubach à Emmerich-Lobith. La charge la plus élevée relevée à Emmerich Lobith au cours des périodes 1959 - 1960 et 1963 - 1970 est de 60,8 kg/s (1966).

La diminution de la charge de Kembs à Seltz peut être vraisemblablement attribuée au Grand Canal d'Alsace qui, par le fonctionnement des barrages, écluses et usines hydro-électriques permet une auto-épuration assez intense, grâce à une meilleure aération des eaux.

Notons également que la diminution du débit dans la partie du fleuve comprise entre Kembs et Marckolsheim, qui correspond à la première partie du canal de navigation, entraîne la nécessité de réduire les rejets d'eaux résiduaires dans ce tronçon.

L'examen des DBO 5 exprimées en Poids/volume conduit à des remarques analogues à celles qui viennent d'être mentionnées pour les charges. La valeur maximale de la moyenne annuelle à Emmerich-Lobith a été de 8,7 mg/l (en 1964, année particulièrement sèche) et la valeur maximale annuelle la plus élevée a été de 12,8 mg/l (en 1964 également).

Rappelons, pour fixer les idées, que la valeur maximale souhaitable pour les eaux utilisées pour la boisson peut être fixée à 3 mg/l et que la DBO 5 des effluents des stations d'épuration urbaines et industrielles doit être limitée généralement à des valeurs de l'ordre de 25 à 30 mg/l.

Variations au cours des années :

On constate pour la charge :

- à Kembs : une tendance à l'augmentation ;
- à Seltz : une tendance à la diminution : (portant d'ailleurs sur de faibles charges) ;
- à Braubach : une augmentation, en moyenne, depuis 1965 (valeur moyenne pour 1970: 14,9 kg/s) ;
- à Emmerich-Lobith : une augmentation très marquée en 1965 et 1966 suivie, après une certaine diminution du maintien à un niveau assez élevé (valeur moyenne pour 1970 : 20,4 kg/s).

De 1959 à 1970, la charge a approximativement doublé à Braubach et à Emmerich-Lobith.

La pollution des eaux du Rhin par les matières organiques correspondant à la mesure de la demande biochimique en oxygène s'est accrue dans une très forte proportion à partir de Kembs et la tendance à l'augmentation semble se maintenir.

Cependant, des quantités importantes de matières organiques sont détruites au sein du fleuve en raison de l'intervention des phénomènes d'auto-épuration qui jouent un grand rôle dans le bilan de ces matières organiques. Outre le cas du tronçon Kembs-Seltz que nous avons rappelé, on peut citer, selon les travaux de la Communauté de travail des services de distribution d'eau du Rhin (ARW, République Fédérale Allemande) (4) l'exemple du tronçon Mannheim-Mainz-Wiesbaden dans lequel une auto-épuration marquée a été constatée à l'égard de la matière organique totale et de certaines fractions de celle-ci. L'influence de différents facteurs a été mise en évidence et en particulier celle du débit.*

* Le rôle de la température dans ces phénomènes sera évoqué dans la rubrique relative à la pollution thermique : chapitre III, n° 4.

22222 - Matières oxydables par le permanganate de potassium
(MnO₄K) (exprimées en oxygène)

Tableau n° 4, relatif à la période 1959-1970 et
graphique n° 3, relatif à la période 1963-1970).

Lieux de prélèvements considérés : Braubach et Emmerich-
Lobith.

Variations de l'amont vers l'aval :

L'examen des moyennes annuelles de la charge montre une augmentation nette de la première Station indiquée à la deuxième ; cette augmentation apparaît encore plus nettement lorsqu'on considère les valeurs maximales annuelles. Des rejets importants sont donc effectués dans le tronçon défini par ces deux stations. Par contre, les valeurs exprimées en poids/volume varient peu d'une station à l'autre.

Variations au cours des années :

Au cours de la période s'étendant de 1959 à 1970, on observe que les variations de la charge moyenne dans chacune des deux stations se produisent selon les cas dans le sens de l'augmentation ou dans celui de la diminution et ne sont pas très régulières ; on constate cependant, dans l'ensemble, une augmentation ; celle-ci est plus marquée à Emmerich-Lobith qu'à Braubach. Dans la première de ces Stations les valeurs les plus élevées ont été constatées en 1965 (34 kg/s), en 1966 (33 kg/s) et en 1970 (33 kg/s) ; les valeurs les plus élevées des maximums annuels ont été observées au cours des mêmes années, ainsi qu'en 1968.

Par contre, les valeurs exprimées en poids/volume et considérées pour chacune des stations n'ont varié, au cours des années, que dans des limites assez étroites ; leur examen ne permet pas de conclure à une augmentation nette des concentrations en matières oxydables par le permanganate de potassium du début à la fin de la période considérée.

Nous avons vu que l'ensemble des observations effectuées sur la demande biochimique en oxygène et sur l'oxydabilité par le permanganate de potassium permet de formuler des conclusions assez nettes sur le problème des matières organiques rejetées dans le Rhin. Il est utile de souligner à ce sujet la complexité des phénomènes qui interviennent au sein de l'eau en ce qui concerne ces substances, dont les origines sont très variées. On sait que, parmi les facteurs dont dépend leur modification et leur dégradation, la température et le débit jouent un rôle important ; au sujet de ce dernier en particulier, il est bon de remarquer que son influence ne se limite pas à une simple dilution, mais qu'il agit de diverses manières sur l'évolution des matières organiques.

On conçoit ainsi l'intérêt d'informations complémentaires sur la matière organique : détermination du carbone organique total et de fractions telles que celle qui est oxydable par le dichromate de potassium* et celle qui est susceptible d'absorber l'ultra-violet.** (On peut noter, par ailleurs, au sujet de la DBO 5, l'inconvénient résultant du délai nécessaire pour effectuer cette détermination).

2223 - Ions ammonium (NH_4^+)

(Tableau n° 5, relatif à la période 1959-1970 et graphique n° 4, relatif à la période 1963-1970).

Lieux de prélèvement considérés : Braubach et Emmerich-Lobith.

Variations de l'amont vers l'aval :

On observe une augmentation très marquée des charges moyennes annuelles ; les teneurs moyennes annuelles ont augmenté également mais dans une proportion moins grande. Des constatations analogues peuvent être présentées en ce qui concerne les teneurs maximales annuelles.

* Cette fraction est déterminée par la Commission Internationale pour la protection du Rhin contre la pollution depuis 1969.

** Cette fraction, ainsi que celle qui est oxydable par le dichromate de potassium et le carbone total sont examinés au cours de travaux effectués au sein de la Communauté Internationale de travail des services rhénans de distribution d'eau (IAWR) (5).

Variations au cours des années :

De 1963 à 1970 les charges moyennes annuelles ont varié dans les deux sens : à Braubach entre 1,3 kg/s (1966 et 1967) et 1,9 kg/s (1970) et à Emmerich-Lobith entre 3,6 kg/s (1967) et 4,9 kg/s (1965) ; les valeurs les plus élevées des maximums annuels ont été les suivantes : à Braubach : 4,4 kg/s (1965) et à Emmerich-Lobith : 10,2 kg/s (1970).

Au cours de la même période les teneurs moyennes annuelles ont varié d'une manière assez irrégulière : à Braubach : entre 0,7 mg/l (1966) et 1,4 mg/l (1964) et à Emmerich-Lobith : entre 1,5 mg/l (1966, 1967 et 1968) et 3,2 mg/l (1964). Les valeurs les plus élevées des maximums annuels ont été les suivantes : 4,5 mg/l à Braubach (1963) et 6,6 mg/l à Emmerich-Lobith (1963). On sait que divers phénomènes influent sur la formation et la dégradation des composés ammoniacaux au sein de l'eau. Eu égard aux teneurs maximales tolérables admises pour les eaux de boisson, les teneurs constatées peuvent être considérées comme notablement élevées.

2224 - Chlorures

L'étude de la composition des eaux du Rhin à cet égard sera présentée dans la suite du présent Rapport*.

2225 - Nitrates (NO³⁻)

(Tableau n° 6, relatif aux périodes 1959-1960 et 1963-1970 et graphique n° 5, relatif à la période 1963-1970).

Lieux de prélèvement considérés : Braubach et Emmerich-Lobith

Variations de l'amont vers l'aval :

On constate tout d'abord que les charges moyennes annuelles ont augmenté très notablement de Braubach à Emmerich-Lobith (de 1967 à 1970 le rapport des valeurs dans ces deux stations a été de 2 environ) les teneurs ont augmenté également entre ces deux stations, mais dans une proportion moindre.

* Cette étude sera incorporée à la rubrique suivante du Chapitre III : "Le problème de la pollution due aux chlorures" (n° 3).

Variations au cours des années :

On voit que, de 1963 à 1970, les variations des charges moyennes annuelles ont été irrégulières, mais que la moyenne annuelle de la charge a augmenté notablement au cours de ces 8 années, passant de 8,7 kg/s à 19,1 kg/s à Braubach et de 18,7 kg/s à 37,5 kg/s à Emmerich-Lobith. Les valeurs maximales annuelles sont passées, pendant la même période, de 24,5 kg/s à 52,0 kg/s à Braubach et de 43,4 kg/s à 97,0 kg/s à Emmerich-Lobith.

Ces observations révèlent des pollutions très nettes, de nature azotée ; rappelons à ce sujet que les nitrates peuvent préexister dans les rejets ou se former ultérieurement au sein des eaux, à partir de différentes substances azotées.

Au cours de la même période les variations des teneurs moyennes annuelles se sont produites dans les deux sens ; elles peuvent être résumées ainsi : elles sont assez nettes à Braubach où elles ont été comprises entre 5,2 mg/l (1964) et 9,1 mg/l (1968) mais par contre, elles ont été moins marquées à Emmerich-Lobith où elles ont été comprises entre 9,4 mg/l (1966) et 11,7 mg/l (1970).

Les teneurs maximales annuelles ont été comprises entre les valeurs suivantes : 8,0 mg/l (1965) et 14,0 mg/l (1970) à Braubach et 13,7 mg/l (1966) et 16,2 mg/l (1964) à Emmerich-Lobith.

A titre de comparaison on peut noter que ces valeurs sont notablement inférieures aux limites recommandées pour l'eau de boisson (44 à 50 mg NO_3^- /l). Cependant, il est à retenir que de telles charges en nitrates favorisent les phénomènes d'eutrophisation.

2226 - Phosphates (PO_4^{4-})

(Tableau n° 7, relatif à la période 1959-1970 et graphique n° 6, relatif à la période 1963-1970).

Lieux de prélèvement considérés : Braubach et Emmerich-Lobith

Variation de l'amont vers l'aval :

On constate que les charges moyennes annuelles sont, sauf exception, plus élevées à Emmerich-Lobith qu'à Braubach ; les écarts observés entre ces deux stations ont varié assez irrégulièrement, mais

sont plus marqués depuis 1966. Cependant les teneurs moyennes annuelles sont restées plus faibles à Emmerich-Lobith, qu'à Braubach.

Variations au cours des années :

En complément à ce qui vient d'être dit au sujet des charges moyennes annuelles, nous remarquons que celles-ci se sont accrues très notablement de 1959 à 1970, passant à Braubach de 0,33 kg/s à 1,37 kg/s et à Emmerich-Lobith de 0,36 kg/s à 1,59 kg/s.

Les teneurs moyennes annuelles ont été comprises à Braubach entre 0,30 mg/l (1959) et 0,81 mg/l (1969) et à Emmerich-Lobith entre 0,26 mg/l (1959) et 0,68 mg/l (1969) et les teneurs maximales annuelles entre les valeurs suivantes :

0,54 mg/l (1959) et 1,28 mg/l (1965) à Braubach et
0,57 mg/l (1965) et 1,14 mg/l (1969) à Emmerich-Lobith.

On sait que les phosphates ont pour inconvénient de favoriser les phénomènes d'eutrophisation, leurs effets s'ajoutant à ceux des nitrates.

2227 - Sulfates (SO_4^{4-})

(Tableau n° 8, relatif à la période 1960-1970 et
graphique n° 7, relatif à la période 1961-1970)

Lieux de prélèvement considérés (tableaux) : de Stein am Rhein à Emmerich-Lobith (à l'exception en 1960 de Seltz et de Braubach).*

Variations de l'amont vers l'aval :

On constate un accroissement de la charge moyenne annuelles d'une station à la station suivante ; l'augmentation est particulièrement marquée dans le tronçon Braubach-Emmerich-Lobith ; dans cette dernière station la charge atteint des valeurs importantes. Les teneurs moyennes annuelles ont diminué légèrement de Stein am Rhein à Kembs mais ont augmenté d'une manière très marquée de Kembs à Emmerich-Lobith.

* L'année 1960 n'a comporté que 16 déterminations (de fin mai à fin décembre) et les prélèvements correspondant à la frontière germano-néerlandaise ont été effectués à Lobith.

Au cours des années 1969 et 1970 le nombre de déterminations a été réduit à 8 en général ou à 6 dans certains cas.

Dans tous les autres cas, 26 mesures ont été effectuées chaque année. En raison de ces faits, nous nous baserons principalement sur les résultats relatifs à la période 1961-1968.

Variations au cours des années :

Les charges moyennes annuelles ont varié d'une manière assez irrégulière, mais elles se sont maintenues à un niveau assez élevé à Braubach et d'avantage encore à Emmerich-Lobith ; la valeur maximale des charges moyennes annuelles dans cette dernière station au cours de la période 1961-1968 a été de 221 kg/s en 1967 et la valeur la plus élevée des maximums annuels : 403 kg/s en 1967.

Les teneurs moyennes annuelles ont varié irrégulièrement et dans des limites relativement étroites.

On peut conclure à des rejets importants de sulfates, mais en ce qui concerne l'utilisation pour la boisson on note que les teneurs restent très inférieures à la limite de 250 mg de SO_4^{4-} /l que l'on peut admettre. Au sujet de l'utilisation agricole, on observe par contre que cette charge en sulfates aggrave les effets de la charge en chlorure de sodium.*

2228 - Métaux.

La Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution effectuée depuis 1970 le dosage de quatre métaux : plomb, cuivre, nickel et zinc. Huit échantillons ont été prélevés à Emmerich-Lobith à des dates régulièrement réparties au cours de cette année. Les résultats suivants ont été obtenus :

	Plomb (Pb) ~ g/l	Cuivre (Cu) ~ g/l	Nickel (Ni) ~ g/l	Zinc (Zn) ~ g/l
Moyennes annuelles	10	11	9	95
Minimums annuels	6	6	6	44
Maximums annuels	17	29	12	184

* Le problème des effets du chlorure de sodium sur les plantes cultivées sera traité dans la suite du présent chapitre (rubrique n° 33).

Les concentrations trouvées pour chacun des métaux pendant l'année 1970 sont assez variables et les moyennes que nous avons calculées et qui ne portent que sur un nombre relativement faible de prélèvements ne sont données qu'à titre indicatif. Ces teneurs sont inférieures aux limites admises généralement pour les cours d'eau destinés à l'alimentation en eau potable.

Cependant les quantités de certains métaux transportées par le Rhin sont considérables. Les charges suivantes ont été déterminées par E.J.D. HASLINGHUIS (6) (recherches effectuées au cours de la période : septembre 1969 - décembre 1970).

	Tonnes/an
Mercure (Hg)	85
Cadmium (Cd)	200
Plomb (Pb)	1500
Cuivre (Cu)	2900
Zinc (Zn)	9000
Chrome (Cr)	200

L'étude de l'absorption des métaux par les organismes animaux et de leur fixation par les boues et sédiments revêt une grande importance et devrait fournir des bases d'appréciation au sujet des conséquences de ces pollutions.

2229 - pH.

(Tableau n° 9, relatif aux périodes 1959-1960 et 1963-1970).

Lieux de prélèvement considérés : Braubach et Emmerich-Lobith

Les données fournies comprennent les valeurs minimales et maximales relevées à Braubach et à Emmerich-Lobith (périodes 1959-1960 et 1963-1970).

On ne constate pas de différences sensibles entre les deux stations, sauf une légère augmentation du maximum à Emmerich-Lobith en 1970^{*}. On n'observe pas non plus de variations notables au cours des années, à l'exception d'une tendance à l'augmentation à Emmerich-Lobith en 1970.

Les valeurs du pH, trouvées, qui correspondent pour la plupart à une légère alcalinité, sont comprises à l'intérieur des limites admises pour les eaux de boisson (6,5 à 8,5) et n'appellent pas de commentaires particuliers.

222.10 - Composés phénoliques

(Tableau n° 10, relatif aux périodes 1959-1960 et 1963-1970 et graphique n° 8, relatif à la période 1963-1970),

Lieux de prélèvement considérés : Braubach et Emmerich-Lobith

Variations de l'amont vers l'aval :

Dans tous les cas les charges moyennes annuelles ont été beaucoup plus élevées à Emmerich-Lobith qu'à Braubach.

Les teneurs moyennes annuelles se sont classées le plus souvent dans le même ordre, mais lorsqu'une augmentation d'une station à l'autre s'est produite, elle a été relativement moins marquée que celle des charges.

En ce qui concerne les charges maximales annuelles, les augmentations de Braubach à Emmerich-Lobith ont été, dans presque tous les cas, proportionnellement plus élevées que celles des charges moyennes annuelles.

Variations au cours des années :

En dépit de variations un peu irrégulières dans certains cas on constate, dans l'ensemble, une augmentation des charges moyennes annuelles dans les deux stations considérées (cependant on observe une diminution à Braubach en 1969 et 1970); ces charges ont été comprises à Braubach entre 19 g/s (1959) et 65 g/s (1968) et à Emmerich-Lobith entre 41 g/s (1959) et 91 g/s (1970). Les valeurs les plus élevées des maximums annuels ont été de 171 g/s (1968) à Braubach et de 337 g/s (1967) à Emmerich-Lobith.

* On sait que l'augmentation du pH correspond (au-dessus de pH7) à une basicité plus marquée.

L'augmentation des teneurs moyennes annuelles au cours du temps a été proportionnellement moins marquée que celle des charges. Ces teneurs ont été comprises à Braubach entre 17 $\mu\text{g/l}$ (1959 et 1960) et 34 $\mu\text{g/l}$ (1968 et 1969) et à Emmerich-Lobith entre 24 $\mu\text{g/l}$ (1960) et 51 $\mu\text{g/l}$ (1963). Les valeurs les plus élevées des maximums annuels ont été à Braubach de 90 $\mu\text{g/l}$ (1968) et à Emmerich-Lobith de 270 $\mu\text{g/l}$ (1963).

La concentration maximale admissible peut être fixée à 1 $\mu\text{g/l}$ dans les eaux de boisson (l'absence totale étant d'ailleurs désirable) : les teneurs existant à Braubach et à Emmerich-Lobith sont donc considérables et un traitement approprié s'impose pour la préparation de l'eau potable. On sait, en outre, qu'en présence de chlore, il se produit des chlorophénols dont l'influence sur le goût de l'eau est beaucoup plus forte que celle des phénols. (Rappelons, également que les composés phénoliques sont partiellement détruits au sein de l'eau sous l'influence de phénomènes biochimiques).

222.11 - Observations complémentaires

Les résultats des analyses qui viennent d'être rapportés montrent que la pollution du Rhin a atteint un niveau élevé à l'égard de différentes substances organiques et minérales et que l'on observe une augmentation des rejets de la plupart de ces substances.*

Nous verrons plus loin que les quantités de chlorures rejetées dans le Rhin continuent également à croître.** Parmi les pollutions qui n'ont pu être examinées dans le cadre de la présente étude préliminaire il convient de rappeler, en particulier, celles qui sont dues à différentes substances toxiques (biocides, entre autres), aux détergents aux hydrocarbures et celles qui ont pour origine des accidents de navigation.

Notons également, sur le plan bactériologique, que le nombre de germes par unité de volume est particulièrement élevé.

* Nous indiquerons, dans la suite du rapport, les avis exprimés par différents organismes techniques sur l'état actuel de la pollution dans le bassin rhénan (Chapitre II, rubrique n° 5).

** Chapitre III, rubrique n° 3.

3 - Effets des pollutions sur l'utilisation de l'eau et sur l'utilisation du milieu aquatique.

31 - Fourniture d'eau potable

Les eaux souterraines sont utilisées de préférence aux eaux superficielles, mais les quantités d'eaux souterraines disponibles sont notablement inférieures aux besoins aux Pays-Bas et en République Fédérale Allemande. Dans ces deux pays et principalement dans le premier, le Rhin constitue une source d'approvisionnement importante.

Ainsi que nous l'avons vu, la qualité de l'eau du Rhin diminue très notablement de la frontière franco-suisse à la frontière germano-néerlandaise. Les différences constatées entre les niveaux adoptés pour les normes relatives aux eaux de boisson et la composition des eaux du Rhin donne une mesure de l'importance des opérations d'épuration à effectuer en ce qui concerne la préparation d'eau potable à partir de l'eau prélevée dans les différents tronçons du fleuve. Bien entendu, ces opérations sont d'autant plus coûteuses que la pollution est plus marquée et les périodes de basses eaux sont spécialement défavorables.

Rappelons également que la présence de substances occasionnant des goûts et des odeurs rend nécessaire des opérations particulières.

Certaines techniques permettent de simplifier l'épuration de l'eau :

- la filtration au travers des rives du fleuve, qui est possible sous certaines conditions (l'eau étant prélevée au moyen de puits creusés à une certaine distance de la rive), permet d'obtenir une eau partiellement purifiée.

Au sujet de l'application de cette technique, la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin a signalé en 1965 (3) les difficultés dues à la couche de limon huileux existant dans le lit du fleuve, qui diminue le rendement de l'opération et peut provoquer des goûts et des odeurs désagréables. Les dépôts riches en fer et en calcium (sulfate et carbonate de calcium) ralentissent également la filtration.

- l'infiltration dans le sol permet d'entretenir localement les nappes souterraines ou d'en augmenter la capacité utilisable. L'eau infiltrée peut être préalablement purifiée d'une manière partielle ; de plus, sa qualité s'améliore pendant le stockage souterrain, Ce procédé peut être appliqué selon différentes variantes.

Il est à remarquer que certaines substances minérales, comme les chlorures, ne sont pas éliminées par les traitements normalement effectués. La présence de chlorures conduit, aux Pays-Bas, à diluer les eaux trop riches en sel au moyen d'eaux prélevées pendant les périodes de moindre salure et mises en réserve*.

32 - Fourniture d'eau industrielle

Nous avons rappelé précédemment** que les normes en cette matière sont très variées ; de nombreuses industries sont dans l'obligation d'utiliser des eaux répondant à des exigences particulières. Dans le cas des industries alimentaires, par exemple, les normes appliquées sont peu différentes de celles qui correspondent aux eaux potables. Pour divers usages certaines des prescriptions à respecter sont encore plus strictes, et, dans des cas spéciaux, on est conduit à effectuer des traitements de déminéralisation. D'une manière générale, la charge en matière minérale est gênante dans tous les cas où il est nécessaire de chauffer l'eau utilisée.

Rappelons également, à titre d'exemple, que les eaux de refroidissement doivent être exemptes de matières en suspension et de matières flottantes.

Notons enfin que le recyclage des eaux est assez utilisé.

* Prière de consulter la rubrique : "Le Rhin et l'économie des eaux aux Pays-Bas" (même chapitre, n° 4).

** Prière de consulter la rubrique "Estimation de la qualité des eaux" (même chapitre, n° 221).

33 - Fourniture d'eau à usage agricole : Influence sur les plantes cultivées des chlorures contenus dans les eaux du Rhin

En matière d'utilisation agricole, le problème des chlorures revêt une importance particulière.

331 - Données générales

La pression osmotiques (P) de la solution du sol, dans laquelle s'alimentent les plantes, varie dans le même sens que la concentration en sels et que la conductivité (C). On peut l'exprimer d'une manière simple en fonction de cette dernière en utilisant la relation : $P = kC$ dans laquelle k désigne un coefficient dont la valeur dépend de la nature des sels présents.

L'augmentation de la pression osmotique n'a pour conséquence, lorsqu'elle est relativement faible (pressions de 2 à 3 atmosphères), qu'un ralentissement de la croissance ; les effets sont plus graves pour des augmentations plus marquées (à partir d'une pression de 3 ou 4 atmosphères). La diminution de la croissance est due, entre autres causes, à une absorption d'eau plus faible.

Parmi les sels qui concourent à la formation de la pression osmotique le chlorure de sodium joue un rôle spécifique ; celle-ci augmente davantage sous l'influence des ions chlore que sous l'effet des autres ions ; l'accumulations des chlorures dans la plante entraîne un effet toxique. Il faut noter cependant que certaines plantes sont plus sensibles aux sulfates qu'aux chlorures à pression osmotique égale. En ce qui concerne l'ion sodium en particulier, un excès relatif provoque également l'apparition de phénomènes de toxicité.

L'influence du chlorure de sodium sur le sol lui-même est également à considérer : le sodium en excès facilite la "dispersion" de l'argile ; ce phénomène entraîne une diminution de la perméabilité, qui est défavorable aux plantes.

En outre, les excès de sels peuvent avoir également une influence néfaste sur la qualité des produits récoltés.

332 - Accumulation de sels dans les sols irrigués.

Les eaux utilisées pour l'irrigation des plantes contiennent des sels divers : proportionnellement les plantes absorbent davantage d'eau que de sels. Une partie assez importante de l'eau absorbée par la plante est ensuite éliminée par transpiration ; de plus, une partie de l'eau contenue dans le sol disparaît par évaporation. Il résulte de cet ensemble de phénomènes que les sels apportés par l'eau d'irrigation se concentrent progressivement dans le sol ; il en est de même d'une partie des sels utilisés comme engrais qui, appliqués à doses justement calculées, sont indispensables à l'obtention de rendements élevés. L'accumulation de sels dans le sol est d'autant plus marquée que la culture est plus intensive, ce qui est le cas des cultures sous serre.

En fin de végétation, le rapport des concentrations respectives en sels de la solution du sol et de l'eau d'arrosage est de l'ordre de 3 à 10 ; il est nécessaire, lorsque l'accumulation de sels dépasse une certaine valeur, de procéder au rinçage du sol, particulièrement dans les serres. Le rinçage est effectué de préférence en dehors des périodes de culture, afin d'éviter les inconvénients qui résulteraient de l'insuffisance d'aération du sol qui se manifeste au cours de cette opération et pendant quelques jours après.

En outre, certaines mesures sont indiquées en vue de réduire l'effet nocif du chlorure de sodium : il est recommandé d'employer des engrais minéraux suffisamment concentrés de manière à limiter la quantité de sels non utilisables par la plante, qui s'accumulent dans le sol ; il est conseillé également d'appliquer des fumures organiques à doses assez élevées.

333 - Influence du chlorure de sodium sur le rendement

Ce problème a donné lieu à de nombreux travaux ; on peut indiquer par exemple les recherches de J. VAN DEN ENDE (7) et de J.F. BIERHUIZEN (8) effectuées pendant quatre années aux Pays-Bas.

Les résultats obtenus par ce dernier auteur sur la tomate et le concombre mettent en évidence une diminution sensiblement linéaire du rendement lorsque la concentration en chlorure de sodium de la solution du sol augmente. Dans le cas d'une teneur de 1 g d'ions chlore/l de la solution du sol on constate une diminution de récolte de la tomate de 14 %, calculées par rapport aux conditions optimales ; dans ces mêmes conditions, la diminution de récolte du concombre est de 30 %. Dans les limites des teneurs étudiées une augmentation de concentration de 0,19 g d'ions Cl/l provoque une réduction du rendement de 2,25 % pour la tomate et de 3,5 % pour le concombre.

Lorsqu'on veut examiner ces phénomènes en prenant en considération non seulement la teneur en chlorures de la solution du sol, mais aussi la teneur de l'eau utilisée pour l'irrigation, il est nécessaire de tenir compte, en particulier, de la totalité de l'eau utilisée et de la nature du sol ; ces deux facteurs ont en effet, une influence directe sur l'accumulation des sels dans les sols irrigués, que nous avons évoquée précédemment*. En sol sableux, on constate, pour le concombre, dans le cas d'une teneur de l'eau d'irrigation de 0,2 g d'ions chlore/l, une diminution du rendement de 20 % environ, mais la diminution du rendement de la tomate est moins marquée. En sol argileux, le phénomène reste net, bien que moins accusé.

Remarquons qu'il existe des plantes plus sensibles aux chlorures que le concombre, par exemple le fraisier et le haricot.

C. VAN DEN BERG (9) estime que la teneur-limite de l'eau d'irrigation de 300 mg ions chlore/l admise jusqu'ici pour les cultures sous serre est trop élevée et qu'il faut la fixer à 200 mg/l.

Il est bon de préciser que les indications fournies ci-dessus sont relatives au cas où l'irrigation se fait par le sol ; dans le cas de l'irrigation par aspersion, les effets d'une même concentration en chlorures sont beaucoup plus marqués.

* Ainsi le fait que des cultures précédant la culture considérée n'aient pas été suivies d'un rinçage du sol correspond à une augmentation de la teneur en sels du sol.

34 - Influence sur la pêche

On sait que le développement et la reproduction des poissons dépendent étroitement des conditions de milieu^{*}; à cet égard, l'oxygène joue un rôle très important. En raison des faibles teneurs en oxygène qui se produisent dans différents tronçons du fleuve, on constate l'absence ou la rareté des espèces nobles (saumon, en particulier) et à certaines époques la difficulté ou l'impossibilité de survie des espèces existantes. La présence permanente de différentes substances toxiques aggrave ces conditions ; de plus, le rejet accidentel de certaines de ces substances en quantité importante peut entraîner une mortalité massive.

D'une manière générale, la pollution provoque des substitutions de flore et de faune.

La qualité des poissons est notablement affectée par la pollution : certaines substances sont en effet susceptibles de leur communiquer des goûts désagréables (c'est le cas en particulier du phénol dont l'accumulation peut d'ailleurs être facilitée par la présence de détergents ou d'huiles minérales).

Depuis de nombreuses années, on constate, dans l'ensemble, une diminution de l'activité de la pêche professionnelle (à l'inverse on observe une extension de la pêche sportive). Pour améliorer la qualité des poissons capturés, il est nécessaire de les faire séjourner pendant un certain temps dans une eau non polluée.

Il est à souligner que les résultats obtenus en matière de pêche peuvent être considérés non seulement du simple point de vue économique, mais à titre d'informations précises sur la qualité de l'eau. Nous avons vu précédemment, d'ailleurs, que la composition des eaux convenant à la vie des poissons se rapproche, à divers égards, de celle des eaux utilisables pour la préparation de l'eau de boisson.

* Nous avons fourni quelques indications à cet égard dans le même chapitre (rubrique n° 22123).

35 - Utilisation pour la baignade et les loisirs

Dans de nombreux pays de l'Europe, les autorités ont été amenées à réglementer la baignade en raison des dangers qu'elle présente lorsque les eaux sont polluées : en ce qui concerne, en particulier, le Rhin et ses affluents, de multiples interdictions ont dû être décidées. Ceci a été le cas, plus spécialement, à l'aval du débouché des canalisations d'eaux usées.

D'une manière générale, on assiste à un développement des sports nautiques et de l'utilisation des loisirs au bord de l'eau (camping plus particulièrement) ; il est certain que le séjour à proximité d'eaux visiblement polluées enlève à ces activités une part notable de leur intérêt.

4 - Le Rhin et l'économie des eaux aux Pays-Bas

41 - Données générales

Nous nous limiterons aux données générales nécessaires à la compréhension des effets de la pollution des eaux du Rhin sur l'économie de l'eau aux Pays-Bas*.

On sait que l'on peut considérer deux grandes régions en ce qui concerne les conditions hydrologiques :

A l'Est (et en partie au Sud pour la Groningue) d'une ligne de direction générale Sud-Ouest/Nord-Est, mais ayant un tracé assez sinueux, se trouve une région où l'écoulement des eaux se fait librement ;

A l'Ouest (et en partie au Nord pour la Groningue) des surfaces importantes sont situées à un niveau inférieur à celui de la mer et l'écoulement vers cette dernière dépend d'un ensemble de dispositifs (barrages, écluses, digues) réglant le mouvement des eaux des fleuves, rivières et canaux vers la mer (ainsi que le mouvement inverse s'il y a lieu). De plus, les cours d'eau, estuaires et canaux forment un réseau hydrographique dense et complexe, comportant de multiples interconnexions et des liaisons avec l'Ijsselmeer. Dans ces conditions, la notion de "bassin hydrographique" ne peut être appliquée avec rigueur.

Dans les cas où le niveau de l'eau dans les polders est inférieur à celui de la mer, il existe une tendance des eaux de mer à pénétrer dans le sous-sol et à remonter vers la surface ; ce dernier mouvement dépend essentiellement de la perméabilité plus ou moins grande des couches de sol les moins profondes. Il se forme ainsi des poches d'eau salée dans le sous-sol. De plus, de l'eau salée provenant de la mer peut pénétrer vers l'intérieur en passant par les écluses soit au moment de leur fonctionnement, soit à travers certains points dont l'étanchéité n'est pas parfaite. Ces phénomènes provoquent une augmentation, généralement assez marquée, de la teneur en chlorure de sodium des eaux des canaux contre laquelle il faut lutter grâce à des lavages effectués au moyen d'eau douce à teneur en chlorures aussi faible que possible.

* Différentes données figurant dans la présente rubrique ont été puisées dans une publication du Rijkswaterstaat sur l'économie de l'eau aux Pays-Bas (10).

Différentes mesures ont été prises ou sont en cours d'exécution pour lutter contre la salinisation ; on peut citer entre autres, selon C. VAN DEN BERG (11) : l'endiguement des chenaux - la mise en place de dispositifs (écrans d'air) permettant de diminuer la pénétration des eaux salées par les écluses - la mise en place de dispositifs d'évacuation des eaux salées par pompage au niveau des écluses et l'alimentation des canaux par de l'eau moins salée. En outre, l'approfondissement des voies navigables, conséquence de l'expansion des ports, et qui favorise la pénétration de l'eau de mer, a été combattue par des travaux de remblayage au moyen de sable et de gravier.

En ce qui concerne les sources d'approvisionnement en eaux souterraines, il faut citer les réserves qui se constituent, grâce aux précipitations, dans le sous-sol des dunes situées le long de la côte Ouest (nous verrons que ces réserves sont susceptibles également d'être alimentées artificiellement).

Sur le plan des phénomènes naturels, mentionnons le courant marin qui, partant de l'estuaire de la Meuse se dirige vers le Nord-Est en longeant la côte et pénètre dans le Waddenzee après avoir traversé le détroit de Den Helder. Ce courant est susceptible de transporter d'une partie des Pays-Bas vers une autre partie du pays des matières polluantes provenant de différents cours d'eau, dont certains tirent leur origine du Rhin.

42 - Approvisionnement en eau douce

421 - Etat actuel ou récent

Selon T. VERHEUL et TH. G. MARTIJN (12) la consommation totale de l'année 1967, qui s'est élevée à 1375 millions de m³ se répartit ainsi :

- Eaux fournies par les entreprises de distribution : 757 millions de m³
- Consommation industrielle(propres approvisionnement):618 millions de m³

Ces besoins ont été couverts pour 2/3 environ par des eaux souterraines et pour 1/3 environ par des eaux superficielles. On peut remarquer à ce sujet que les régions où l'eau superficielle est la plus utilisée sont celles de l'Ouest du pays.

Les besoins actuels qui sont de 1500 millions de m³ pour les utilisations ménagères et industrielles et correspondant à une population de 13 millions d'habitants se répartissent sensiblement de la même manière en ce qui concerne la provenance de l'eau. Mais il faut tenir compte du fait que les nappes souterraines sont, pour une part non négligeable, des réservoirs alimentés artificiellement.

Les origines de l'eau douce aux Pays-Bas sont sensiblement les suivantes :

- Rhin	65 %
- Meuse	8 %
- Précipitations	25 %

Le Rhin joue donc un rôle de première importance dans l'économie de l'eau aux Pays-Bas.

En raison de la pollution des eaux de ce fleuve, les autorités néerlandaises ont été conduites à pratiquer une politique très élaborée de stockage de l'eau potable ; voici quelques informations à cet égard :

- Stockage souterrain dans la région des dunes le long de la côte Ouest ; nous avons indiqué qu'il existe des réserves naturelles constituées grâce aux eaux de pluie ; mais on trouve, sous la couche d'eau douce, une couche d'eau salée provenant de la mer, qui sert en quelque sorte de "plancher" à l'eau douce. Il est donc nécessaire de pratiquer les pompages d'eau douce de manière ménagée, afin d'éviter la remontée de l'eau salée. Il est possible d'augmenter ces réserves naturelles en effectuant une infiltration d'eau prélevée dans le Rhin ; cette eau doit d'ailleurs être préalablement épurée ; cette alimentation artificielle au moyen d'eau du Rhin est pratiquée depuis 1954 ; depuis cette époque, le volume d'eau infiltrée est passé de 2,5 à 80 millions de m³ par an. Ces infiltrations peuvent être pratiquées sur une surface de 2000 ha ; la profondeur à laquelle elles sont effectuées dépend de la largeur des dunes et peut varier entre 15 m et 120 m.

- Stockage dans des réservoirs en surface ; il existe de tels réservoirs dans les zones du Biesbosch et du Berenplaat (région des estuaires) ; nous verrons que l'extension de ces stockages est prévue.

Il est à souligner que le stockage de l'eau permet d'utiliser les phénomènes d'auto-épuration pour améliorer la qualité de l'eau. Dans les réservoirs souterrains de la région des dunes on estime que le temps de séjour doit être au minimum de deux mois.

Le problème de la détermination des quantités d'eau à stocker revêt, naturellement, une importance particulière. Le Rijkwaterstaat estime, en particulier, qu'il est indispensable que les Pays-Bas s'affranchissent des risques de toxicité de l'eau du Rhin dus à des accidents, des naufrages, etc ; pour que la sécurité soit totale, il faudra qu'elle soit assurée même en période de pénurie d'eau.

C. BIEMOND (13) souligne également la nécessité de prendre en considération l'éventualité d'accidents dans les usines et d'accidents de navigation, ainsi que le risque de destructions dues à des sabotages ou à la guerre. Dans ces cas, on peut estimer à six semaines environ le temps nécessaire à l'élimination de la pollution du fleuve.

Le même auteur rappelle la possibilité de mélanger, dans les réservoirs de stockage, de l'eau souterraine à faible teneur en chlorures à de l'eau du Rhin, de teneur plus élevée, de façon à limiter la charge en chlorures de l'eau distribuée ; mais l'eau du Rhin ne peut être utilisée que pendant les périodes où la concentration en chlorures n'est pas trop élevée. Ces considérations amènent les spécialistes à admettre que la réserve stockée devrait représenter au minimum trois mois d'utilisation, compte-tenu du risque dû aux périodes de sécheresse.

De plus, il faut tenir compte de l'arrière effet de prélèvements importants dans la nappe lorsque celle-ci n'est pas réalimentée artificiellement : en cas de sécheresse marquée. La reconstitution peut s'étendre sur deux années.

Il convient également de noter que la pollution de l'eau du Rhin influe d'une manière très importante sur le prix de la préparation de l'eau potable. En raison de la pollution croissante, il est nécessaire d'effectuer des traitements d'épuration plus complexes et les frais en sont notablement augmentés.

422 - Etat futur

Les Autorités prévoient une augmentation très marquée des besoins en eau dans l'avenir. T. VERHEUL et TH.G. MARTIJN (12) font état d'une consommation totale de 4500 millions de m³ en l'an 2000, correspondant à une population de 17,9 millions d'habitants ; la répartition serait la suivante :

- Eau fournie par les entreprises de distribution : 3500 millions de m³
- Consommation industrielle (propre approvisionnement) : 1000 millions de m³

Il est prévu que les besoins de la population seront de 1300 millions de m³ et ceux de l'industrie de 2400 millions de m³. Ces besoins seront couverts pour 42 % par des eaux souterraines et pour 58 % par des eaux superficielles.

Ces évaluations sont basées sur une augmentation de la consommation d'eau à usage domestique, qui passerait de 100 l/habitant et par jour en 1970 à 200 l en l'an 2000, et sur une prévision de la croissance industrielle.

Dans une autre hypothèse on fait état d'une consommation prévue de 5500 millions de m³, ce qui donnerait la possibilité de disposer plus certainement de l'approvisionnement nécessaire après l'an 2000. Dans ce cas, les parts respectives des eaux souterraines et des eaux superficielles dans l'approvisionnement seraient de 35 % et de 65 %.

Pour l'année 1980, selon les mêmes auteurs, la consommation de la population s'élèverait à environ 950 millions de m³ et celle de l'industrie à environ 1480 millions de m³.

On voit que l'augmentation de consommation prévue pour les années à venir est très importante ; elle sera due à la fois à l'élévation du nombre d'habitants et de la consommation par habitant et à la croissance industrielle.

Le supplément de fourniture à envisager est de 3000 à 4000 millions de m³, ce qui est considérable. Pour l'obtenir, les autorités néerlandaises auront recours à l'augmentation de la fourniture provenant des eaux superficielles et à l'accroissement de la capacité de stockage. Le dessalement de l'eau de mer est actuellement trop onéreux pour être utilisé sur une grande échelle ; son application semble limitée actuellement à des cas particuliers (Iles des Wadden par exemple). Cependant l'étude des techniques de dessalement est poursuivie aux Pays-Bas.

En ce qui concerne l'extension du stockage, on peut citer, entre autres, les projets suivants :

- réservoir à ciel ouvert dans l'IJsselmeer (ou Zuydersee), d'une capacité de 500 à 1000 millions de m³
- réservoirs souterrains (par infiltration) de Veluwe (au Nord de Arnhem), d'une capacité de 500 à 1000 millions de m³ ; on trouve dans cette région une formation sableuse d'une assez grande épaisseur, qui est favorable au stockage.

Pour une production totale de 5090 à 6090 millions de m³, la capacité de stockage en l'an 2000 serait comprise au total entre 2826 et 3826 millions de m³ (Selon T. VERHEUL et TH.G. MARTIJN 12)). Elle se décomposerait ainsi :

- | | |
|--|--|
| - Bassins de réserve | 1936 à 2436 millions de m ³ |
| - Infiltration dans le sous-sol
(dunes et autres) | 890 à 1390 millions de m ³ |
| - Soit au total | 2826 à 3826 millions de m ³ |
- (Le reste de la production correspond essentiellement à l'utilisation de 1900 millions de m³ d'eau de nappes souterraines).

Références bibliographiques
du Chapitre I

- (1) Communauté européenne de l'énergie atomique - Euratom 1968 - :
Etude générale de la radioactivité du bassin du Rhin
- (2) Commission internationale pour la protection du Rhin contre la
pollution (Publication annuelle). Tableaux numériques des ana-
lyses physico-chimiques des eaux du Rhin ainsi que de la Moselle.
- (3) Denkschrift der Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung
des Rheins (stand 1965) : Die Verunreinigung des Rheins und sei-
ner wichtigsten Nebenflüsse in der Bundesrepublik Deutschland.
- (4) Arbeitsgemeinschaft Rheinwasserwerke eV (ARW). Rapports 1970 et
1971 : Chemische, physikalische und bakteriologische Untersuchungen.
- (5) Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheinein-
zugsgebiet (IAWR). Jahresbericht 1971.
- (6) HASLINCHUIS E.J.D. (Rijksinstituut voor Drinkwatervoorziening,
'S-GRAVENHAGE) - Août 1972 : Communication personnelle.
- (7) et (8) Travaux de VAN DEN ENDE J. et travaux de BIERHUIZEN J.F. :
cités par VAN DEN BERG C. (référence n° 9).
- (9) VAN DEN BERG C., 1967 : Tuinbouw en waterverontreiniging :
Meded. Dir. Tuinb. Mars.
- (10) Rijkswaterstaat, 1968 : de Waterhuishouding van Nederland.
- (11) VAN DEN BERG C., 1967 : Nederland-Waterland ? Instituut voor cul-
tuurtechniek en waterhuishouding.
- (12) VERHEUL T. et MARTIJN Th. G.. 1972 : De technische conceptie van
het nationale basisplan voor de drinkwatervoorziening van Neder-
land : "H₂O" - 5 -
- (13) BIEMOND C., 1971 : Rhine river pollution studies.
Jal Amer. water works Assoc.

CHAPITRE II

ACTIONS ENTREPRISES AU NIVEAU NATIONAL ET AU NIVEAU INTERNATIONAL

Les actions entreprises sont de natures diverses et nous ne mentionnerons que les principales d'entre elles. Nous examinerons successivement les dispositions légales en vigueur actuellement, l'action menée par différents organismes internationaux, les efforts accomplis dans le domaine de l'amélioration de l'épuration des eaux et diverses mesures spécifiques, puis nous terminerons par quelques remarques sur l'état actuel de la pollution.

1 - Dispositions légales et réglementaires en vigueur

Notre propos est limité à l'exposé de quelques principes généraux et à l'indication de quelques dispositions dont l'application présente un intérêt au sujet de la lutte contre la pollution dans le bassin rhénan*, en ce qui concerne l'Allemagne fédérale, la France et la Suisse.

11 - Allemagne Fédérale

La loi fondamentale de 1949 donne à l'Autorité fédérale le droit de légiférer dans le domaine de la protection des eaux au moyen de lois-cadres, qui sont complétées par les Länder. La loi fédérale sur l'économie des eaux du 27 juillet 1957 constitue une application particulièrement importante de cette disposition.

Les collectivités de droit public agissent au nom de leurs membres en matière d'économie des eaux, ainsi que certaines associations spécialisées, par exemple celles qui sont responsables de bassins élémentaires comme ceux de l'Erft, de la Ruhr et de l'Emscher (bassin rhénan).

L'un des principes essentiels est que l'utilisation de l'eau (prélèvements et rejets en particulier) est soumise à autorisation et ne peut avoir lieu que dans des conditions bien déterminées.

En vue d'assurer la protection des eaux les autorités ont le droit de fixer des périmètres de protection à l'intérieur desquels différentes activités sont interdites ou limitées et une surveillance de l'eau et du sol instituée.

* Signalons à ce sujet l'étude du Professeur SALZWEDEL, de l'Université de Bonn, sur le régime juridique des eaux dans les pays de la Communauté économique européenne (1).

Dans le cadre des dispositions particulières citons celles qui sont relatives au stockage et au transport de matières susceptibles de polluer les eaux (hydrocarbures par exemple) et celles qui portent sur l'utilisation de détergents biodégradables (ces dernières dispositions étaient antérieures aux mesures analogues prises sous l'égide du Conseil de l'Europe en 1968).

12 - France

La loi la plus importante est celle du 16 Décembre 1964, qui est relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution. L'un de ses buts essentiels est de satisfaire ou de concilier les exigences correspondant aux diverses utilisations de l'eau.

Cette loi ordonne que soit effectué un inventaire, révisé périodiquement, établissant le degré de pollution des eaux. Les rejets sont susceptibles d'être réglementés ou interdits ; les rejets postérieurs au décret prescrivant l'amélioration doivent être préalablement autorisés ; les rejets antérieurs sont à aménager de manière à être conformes aux prescriptions.

Les collectivités sont habilitées à prendre les mesures utiles contre la pollution et peuvent percevoir des redevances à cet effet.

Deux organismes importants sont créés dans chaque bassin ou groupement de bassins :

- un Comité de bassin, aux compétences très larges, mais chargé plus spécialement de donner son avis sur les travaux et aménagements d'intérêt commun à effectuer ; il est composé pour égale part de représentants des différentes catégories d'usagers et de personnes compétentes, de représentants des collectivités locales et de représentants de l'administration.
- une Agence financière de bassin, chargée de faciliter les diverses actions d'intérêt commun ; cette Agence perçoit des redevances sur les personnes publiques ou privées dans la mesure où celles-ci rendent son intervention nécessaire ou utile (cas du rejet de substances polluantes par exemple) ou dans la mesure où elles y trouvent leur intérêt (cas de prélèvement d'eau par exemple) : par ailleurs, l'Agence attribue des subventions et des prêts en vue de l'exécution de travaux d'intérêt commun.

En vue de prévenir la pollution des eaux de source et des eaux souterraines, des périmètres de protection dans lesquelles diverses activités sont interdites, sont prévus : il s'agit de protections immédiate et rapprochée, et le cas échéant éloignée (dispositions de 1967 et de 1968).

Ajoutons que la France a participé à l'accord réalisé sous l'égide du Conseil de l'Europe en ce qui concerne l'utilisation obligatoire de détergents biodégradables.

13 - Suisse

Les dispositions essentielles sont contenues dans la loi fédérale du 8 Octobre 1971, qui a pour but de protéger toutes les eaux contre la pollution et de remédier à celle-ci afin de permettre les diverses utilisations de ces eaux dans de bonnes conditions. Les mesures d'application sont prises par les cantons sous le contrôle de la Confédération. Les conventions internationales qui ne sont pas de portée particulièrement limitée sont conclues par la Confédération, les cantons ayant été entendus.

L'introduction de matières polluantes dans les eaux est interdite. Les eaux usées doivent être préalablement traitées et leur déversement doit être autorisé par l'autorité cantonale compétente. Dans les cas existants un délai maximum est fixé pour que cesse tout déversement qui ne serait pas adapté aux exigences de la protection des eaux.

La loi prescrit l'installation de stations d'épuration et de collecteurs, l'étude des eaux et précise les règles relatives au maintien de leur pureté ; des périmètres de protection des eaux souterraines doivent être établis.

La réglementation fédérale porte en particulier sur les précautions à observer en ce qui concerne le stockage, le transport et le transvasement des hydrocarbures.

Mentionnons également que la Suisse figure parmi les signataires de l'Accord conclu en 1968 sous l'égide du Conseil de l'Europe au sujet de l'utilisation obligatoire de détergents biodégradables.

2- Action de différents organismes

21 - Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution*

Les membres de cette Commission sont : la République Fédérale allemande, la République française, le Grand-Duché de Luxembourg, le Royaume des Pays-Bas et la Confédération helvétique. Constituée de fait en 1950, la Commission a acquis la personnalité et le pouvoir juridique par une convention de 1963.

La Commission effectue des recherches sur la pollution du Rhin en aval du Lac inférieur,** propose des mesures aux Etats-Membres et prépare d'éventuels arrangements entre eux. Elle comporte un Groupe de travail chargé des recherches courantes et différents Groupes spécialisés, dont les travaux portent sur les points suivants :

Groupe A : Influence de la pollution par le sel sur l'agriculture et plus spécialement recherche de la limite tolérable de la teneur en sel.

Groupe B : Influence de la pollution sur l'approvisionnement en eau, l'hygiène et la santé publique.

Groupe C : Questions d'hydrologie et d'économie des eaux dans leurs rapports avec le problème de la salure aux Pays-Bas.

Groupe D : Mesures techniques à prendre pour limiter le débit de sel du Rhin.

Groupe E : Questions économiques et financières

Groupe F : Questions juridiques

Groupe R : Charge radioactive du Rhin

Groupe T : Déversements d'eaux de refroidissement.

* L'organisation et le fonctionnement de cet organisme sont décrits dans la Communication de la Commission des Communautés européennes au Conseil sur un programme des Communautés européennes en matière d'environnement, du 22 mars 1972.

** Partie Ouest du lac de Constance

Les travaux analytiques effectués sous l'égide de la Commission internationale revêtent une très grande importance ; il permettent, de suivre avec précision l'évolution de la composition des eaux du Rhin et de la Moselle (peu avant le confluent de cette rivière avec le Rhin). Ils exigent un travail considérable, qui est effectué par plusieurs équipes de spécialistes (Allemagne, France, Pays-Bas, Suisse) ; de plus, leur extension a été décidée (métaux lourds, biocides), La mise au point de méthodes d'analyse est également étudiée par cet organisme.

Les problèmes dus à la charge en chlorures de l'eau du Rhin ont été et sont encore l'un des soucis majeurs de la Commission ; effets de ces sels sur l'approvisionnement en eau de boisson et en eau industrielle aux Pays-Bas, dommages causés à l'agriculture néerlandaise, mesures à prendre en vue d'une diminution des rejets. Le problème posé par le stockage d'une partie des sels résiduaux des Mines de potasse d'Alsace est l'un des plus ardues à résoudre*.

La question du déversement d'eaux de refroidissement est également au centre des préoccupations de la Commission internationale ; il est très important de mettre au point un accord susceptible de satisfaire les différents pays intéressés**.

Parmi les autres problèmes étudiés par la Commission internationale on peut citer ceux qui ont pour origine la présence de substances polluantes telles que : les métaux lourds, les biocides, les matières eutrophisantes, les détergents anioniques, les matières extractibles au chloroforme et, dans le domaine de la réglementation et de l'organisation ceux qui se rapportent aux informations chimiques nécessaires au contrôle en cas d'accidents, aux systèmes d'alerte (pollutions soudaines) et à la collecte des huiles de cale.

Ajoutons enfin que la Commission internationale collabore avec les autres Commissions internationales qui ont pour tâche la protection contre la pollution de la Moselle, de la Sarre et du lac de Constance et avec la Commission centrale de navigation.

./.

* Le problème de la pollution par le sel sera étudié dans le Chapitre III, (rubrique n° 3)

** La question de la pollution thermique sera examinée dans le Chapitre III, (rubrique n° 4)

22 - Conférence ministérielle sur la pollution du Rhin tenue à LA HAYE les 25 et 26 octobre 1972.

Cette conférence a été décidée à la suite d'une proposition des Pays-Bas. Nous indiquerons dans la suite du présent rapport les principaux résultats des discussions relatives au problème de la charge en sel du Rhin et à celui de la pollution thermique : voici les informations essentielles concernant les autres problèmes examinés :

- Pollution chimique : la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution a été chargée de procéder à une étude portant notamment sur les nitrates, les phosphates et les métaux lourds, les résultats en seront communiqués dans un délai d'un an.
- Méthodes de travail et structures de la Commission internationale ; cette Commission a été chargée de présenter des propositions tendant à améliorer ses propres conditions de travail et à établir un programme d'action global comportant des priorités. Elle devra en outre adresser ses rapports non seulement aux Gouvernements mais également à la Conférence ministérielle, qui se réunira au moins une fois par an.

De plus, la France a présenté une proposition relative à la création d'une Fédération des agences de bassin du Rhin*.

23 - Commission internationale pour la protection de la Moselle contre la pollution

Cette Commission a été instituée par un protocole de décembre 1961 entre la République fédérale d'Allemagne, la République française et le Grand-Duché de Luxembourg**.

24 - Commission internationale pour la protection de la Sarre contre la pollution

Cette Commission a été instituée par un protocole de décembre 1961 entre la République fédérale d'Allemagne et la République française**

Chacune de ces deux dernières Commissions comporte deux groupes de travail.

* On trouvera dans la rubrique n° 21 du chapitre IIT, les indications essentielles à cet égard ; de plus, le texte intégral de la proposition est reproduit en annexe (n° 2).

** Cette Commission prépare une publication sur ses activités.

25 - Commission centrale pour la navigation du Rhin

Cette Commission, qui fonctionne depuis le 5 Août 1816, a été créée en vertu de mesures prises par le Congrès de VIENNE dans le but de "centraliser" toutes les décisions relatives à la navigation sur le Rhin ; elle est la plus ancienne institution européenne (2).

Du fait de l'évolution politique et économique en Europe, la liste des Etats-Membres a subi des modifications depuis l'époque de la fondation ; elle est actuellement la suivante : Allemagne fédérale, Belgique, France, Grand-Bretagne, Pays-Bas et Suisse*. La compétence de la Commission Centrale n'a pas été limitée au cours du temps à la prise de décisions propres à assurer la sécurité de la navigation et l'adaptation du trafic au progrès technique : elle a servi également de conférence diplomatique pour définir son propre statut juridique.

Certaines des réglementations adoptées par la Commission centrale sont susceptibles d'avoir une influence sur la pollution du fleuve ; c'est le cas en particulier des dispositions relatives au transport de matières dangereuses**. Par ailleurs l'interdiction faite aux bateliers de déverser dans la voie d'eau a été assortie, dans le Règlement de police pour la navigation du Rhin, d'un système de contrôle du dépôt des huiles usées dans des installations agréées par les autorités compétentes.

26 - Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin

(Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung des Rheins)

Cette Association participe activement aux travaux analytiques portant sur les eaux du Rhin et de ses affluents. Le nombre de stations de prélèvement est de 35 et la composition des eaux est déterminée 26 fois par an en ce qui concerne les principaux éléments. Une collaboration a été établie avec la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution.

Les informations recueillies par l'Association sont rassemblées dans une "banque de données", à Karlsruhe, où elles sont traitées au moyen d'un ordinateur.

Cet organisme a effectué, en 1965 et 1972, deux publications importantes sur la pollution du Rhin et de ses affluents (3).

L'Italie en a fait partie entre les deux guerres mondiales et les USA de 1945 à 1964.

Cette question sera examinée dans la suite du présent chapitre (rubrique n° 42).

27 - Communauté internationale de travail des services rhénans de distribution d'eau (TAWR)

(Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet. ou : TAWR)

Cet organisme, fondé en 1970, réunit plus de 50 services rhénans de distribution d'eau de Suisse, d'Allemagne fédérale, et des Pays-Bas^{*}; on sait que ces usines éprouvent une difficulté croissante à préparer une eau de boisson de bonne qualité à partir de l'eau du Rhin, de plus en plus polluée. Cette association estime devoir présenter aux autorités responsables des recommandations relatives aux mesures à prendre contre la pollution. Dans cet esprit, elle a présenté au Conseil de l'Europe une demande tendant à la création d'un organisme destiné à prendre les mesures nécessaires dans le Bassin rhénan (octobre 1971).

Des normes de qualité ont été mises au point par les spécialistes de cet organisme, qui précise qu'elles ne doivent pas être considérées comme des valeurs-limites pour le rejet de matières polluantes, mais comme des guides pour la fixation des priorités dans la lutte contre la pollution.

* Ces services appartiennent aux trois organisations suivantes :

- Communauté de travail des services de distribution d'eau du lac de Constance et du Rhin (AWBR, Suisse et Allemagne).
- Communauté de travail des services de distribution d'eau du Rhin (ARW, Allemagne).
- Commission rhénane des services de distribution d'eau (RTWA, Pays-Bas).

3 - Mise en place d'installations d'épuration dans le bassin rhénan

Nous ne possédons pas sur cette question des informations très complètes ; il est à remarquer en outre que toutes les données relatives aux différents pays ne sont pas entièrement comparables sur le plan technique : on observe en particulier que le calcul de la pollution en unités conventionnelles (habitants-équivalents) est basé uniquement sur la demande biochimique en Allemagne et en Suisse alors que les spécialistes français utilisent une formule dans laquelle intervient également la demande chimique en oxygène (déterminée selon la méthode au dichromate de potassium).

31 - République fédérale Allemande

La population de la partie allemande du bassin rhénan était de 32,3 millions en 1971.

D'après les renseignements fournis en 1972 par la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin (3) les dépenses totales se rapportant à la construction de stations d'épuration et à la mise en place de collecteurs au cours des 6 années comprises dans la période 1966-1971 se sont élevées à 6,8 milliards de DM, dont 6,3 milliards pour les installations effectuées par les communes et les associations et 0.5 milliard environ en ce qui concerne les installations proprement industrielles (mais ce dernier chiffre ne représente qu'une partie des dépenses effectuées). Les sommes affectées annuellement à ces installations ont augmenté de 30 % environ de 1966 à 1971, mais cet accroissement est sensiblement égal à l'augmentation des prix.

La répartition de la population du bassin rhénan à l'égard du raccordement aux stations d'épuration se présentait ainsi en 1971 :

<u>Epuration biologique</u>	<u>Epuration mécanique</u>	<u>Pas d'épuration ou épura- tion mécanique grossière</u>
39 %	32 %	29 %

A titre de comparaison on peut noter qu'en 1965, les installations d'épuration biologique ne correspondaient qu'à 24,5 % de la population totale qui, à l'époque, s'élevait à 31 millions.

Le programme de construction de stations d'épuration pour la période 1972-1976 comprend des travaux importants.

A titre de référence, nous indiquons que le coût d'une station d'épuration biologique calculé par habitant est de 122 DM environ selon KRAMPE (4) sans les collecteurs (le coût de ces derniers peut être estimé à 492 DM par habitant). Mais le prix de revient d'une telle installation est susceptible de varier dans une très large mesure en fonction de divers facteurs, et en particulier selon la taille de l'installation et le degré d'épuration exigé en vue du raccordement à l'émissaire.

32 - France

La population de la partie française du bassin rhénan était de 3,2 millions en 1968.

Selon les données publiées par l'Agence financière de bassin Rhin-Meuse, les dépenses totales se rapportant à la construction de stations d'épuration ont été pendant la période 1968-1971 de : 100 millions de francs pour les stations des collectivités (mais le coût total des ouvrages réalisés ou commencés avant 1972 dépasse 140 millions de francs) et de 62 millions pour les installations d'épuration industrielles.

On peut estimer qu'au début de 1972 la pollution domestique se trouvait éliminée dans la proportion de 33 % en raison du fonctionnement de 235 stations d'épuration (ce qui correspond à un taux de raccordement de 41 % environ). Au sujet de la pollution industrielle la fraction éliminée à la même époque était de : 60 % (pollution saline non comprise, ce qui correspond à un taux de raccordement de 67 % environ).

En ce qui concerne la période 1972-1976, les dépenses décidées sont les suivantes :

Stations d'épuration de collectivités : 162 millions de francs environ
Installations d'épuration pour l'industrie : 95 millions de francs environ

Pour l'ensemble de ces deux sortes de pollution la réduction en fin de programme devrait atteindre 22 % environ par rapport à la pollution actuelle.

A plus long terme, on peut estimer que la pollution actuelle devrait être réduite de plus de la moitié de sa valeur actuelle en 20 ans.

Le prix de revient d'une station d'épuration, calculé par habitant, est de l'ordre de 120 F., mais il peut varier par exemple de 80 à 150 F selon les conditions locales.

33 - Suisse

L'effort effectué par ce pays dans le domaine de l'élimination de la pollution est très important ; les installations d'épuration existant dans la partie suisse du bassin rhénan sont en mesure, selon R. PEDROLI (5), de traiter les eaux usées de plus de la moitié de la population, soit environ 2,5 millions d'habitants. Les eaux industrielles sont épurées dans une proportion qui, de 33 % actuellement, s'élèvera dans 3 ou 4 ans à 75 %.

On peut signaler également que l'épuration des eaux appartenant à des bassins versants de lacs comporte l'élimination des phosphates afin d'éviter la prolifération d'algues ayant des conséquences néfastes sur le milieu aquatique (eutrophisation).

4 - Exemples d'actions spécifiques

41 - Surveillance du fleuve et de ses affluents, systèmes d'alerte

Des stations permettant d'effectuer de multiples mesures quotidiennes ou même des mesures continues sont actuellement utilisées afin de suivre d'une manière très précise les variations de composition de l'eau et de détecter très rapidement les pollutions. On peut citer à cet égard en République Fédérale Allemande la mise en service en 1970 de la station de BIMMEN, près de la frontière germano-néerlandaise, et en 1971 de celle de PANZEM sur la Moselle. La construction de 12 autres stations est prévue par la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin. Le dispositif mis en place comporte également l'utilisation de moyens particulièrement efficaces : voitures-laboratoires, bateaux-laboratoires, hélicoptères : il permet de prendre, dans le minimum de temps, les mesures qui s'imposent dans les cas de pollutions graves et soudaines.

L'emploi de systèmes d'alerte constitue un complément indispensable aux services de surveillance ; dans cet ordre d'idées, il convient de signaler la coopération qui existe plus particulièrement entre la Suisse, l'Allemagne et les Pays-Bas.

42 - Règlement pour le transport de matières dangereuses sur le Rhin

Ce règlement, dénommé "ADNR", a été élaboré sous l'égide de la Commission centrale pour la navigation du Rhin. Il est inspiré du Projet d'accord européen concernant les marchandises dangereuses transportées sur les voies de navigation intérieure (ADN) et il est entré en application le 1er janvier 1972 (Il remplace divers règlements en vigueur auparavant).

Certaines matières dangereuses ne peuvent faire l'objet d'un transport sur le Rhin ; les autres matières dangereuses ne sont admises au transport que lorsque les conditions imposées en ce qui concerne les matières elles-mêmes, le matériel de transport et le transport proprement dit sont remplies. Ces matières dangereuses comprennent, en particulier, des substances explosibles, inflammables, comburantes, toxiques, radioactives ou corrosives ; les prescriptions à respecter sont très précises et doivent être mentionnées sur le document d'accompagnement des matières transportées.

Seuls les bateaux de construction métallique peuvent être utilisés pour le transport de matières dangereuses : de plus, leur construction et leur utilisation sont soumises à des conditions qui doivent être observées très strictement (L'emplacement de la cargaison et les opérations de chargement et de déchargement sont également réglementés). II-13

Des contrôles sont effectués en vue de vérifier la bonne application du règlement. Des dérogations peuvent être accordées en cas de nécessité.

43 - Huiles de cale

En raison de la gravité de la pollution par ces matières, leur collecte a été organisée. En République Fédérale Allemande, une association pour l'enlèvement des huiles de cale a été fondée sous l'égide de la Communauté du travail des Länder pour la salubrité du Rhin ; l'action est menée sur l'ensemble des voies navigables du bassin rhénan. Cette Communauté de travail indique en 1972 (3) que la collecte effectuée au moyen de bateaux spécialement équipés porte sur 5000 tonnes par an, ce qui représente la moitié des rejets. Des efforts accrus sont donc nécessaires pour résoudre complètement le problème. Les huiles récupérées sont revendues mais l'opération est déficitaire ; le financement est assuré par diverses autorités ou organisations allemandes et les Pays-Bas.

La France participe également à cette oeuvre, grâce à une organisation permettant d'effectuer les différentes opérations nécessaires, en ce qui concerne les bateaux ordinaires et les bateaux-citernes : des installations situées dans le port de STRASBOURG et un navire spécialisé sont utilisés à ces fins.

Remarquons que la charge totale du Rhin en huiles (provenant de la navigation et des collecteurs d'eaux usées) croît notablement d'amont en aval : selon H. HELLMANN et F.J. BREMS (6), on a trouvé, grâce à des enquêtes poursuivies jusqu'en 1972, les quantités suivantes, exprimées par jour : 10 tonnes dans le cours supérieur du Rhin, 30 tonnes dans le cours moyen et 80 tonnes dans le cours inférieur.

44 - Chlorures*

Les problèmes relatifs à la charge en chlorures du Rhin ont fait l'objet de discussions et de certaines décisions à la Conférence ministérielle sur la pollution du Rhin qui s'est tenue à La Haye les 25 et 26 octobre 1972.

Signalons que les rejets de sels résiduaux des Mines de Potasse d'Alsace ont été limités à une quantité correspondant à 150 kg d'ions chlore par seconde, par Arrêté du Préfet du département du Haut-Rhin du 9 Août 1966 ; de plus, la charge maximale admise est réduite en fonction du débit en aval en période de basses eaux.

Par ailleurs, des travaux en voie d'achèvement permettront de maintenir sensiblement constante la teneur en chlorure de sodium de la Moselle**.

45 - Détergents

Un accord européen datant d'Octobre 1968 a été conclu sous l'égide du Conseil de l'Europe en ce qui concerne les détergents par les Etats suivants : Allemagne Fédérale, Belgique, Danemark, France, Grande-Bretagne, Irlande du Nord, Italie, Luxembourg, Pays-Bas et Suisse. Ces états se sont engagés à prendre les mesures propres à obtenir que, sur leurs territoires respectifs, les détergents synthétiques contenus dans les produits de lavage ou de nettoyage, soient biodégradables à raison d'au moins 80 %.

* La question des chlorures sera étudiée dans le Chapitre III, rubrique n° 3

** Il s'agit de bassins de stockage, permettant la modulation des rejets dans la partie française de la Moselle, qui entreront en service en 1973.

5 - Remarques sur l'état actuel de la pollution dans le bassin Rhénan

Nous avons fourni dans le chapitre I des indications détaillées sur l'évolution de la composition des eaux du Rhin au cours du temps ; nous avons vu que le rejet de diverses substances polluantes a augmenté, ce qui a entraîné une diminution notable de la qualité de ces eaux. Nous allons mentionner maintenant des avis exprimés par différents organismes techniques au sujet de la pollution du Rhin.

La Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin constate en 1972 (3) que la situation s'est détériorée depuis 1965 sur une grande partie du cours du Rhin, en dépit des efforts accomplis en matière de construction de stations d'épuration. Pendant une assez longue période au cours de l'automne et de l'hiver 1971, il a été constaté que différentes parties du Rhin pouvaient être classées, en fonction de critères biologiques, dans une catégorie correspondant à une pollution "forte à excessive". Dans ces conditions, l'utilisation de l'eau prélevée directement dans le fleuve ou par filtration à travers les rives en vue de la préparation d'eau potable présente de graves difficultés. On peut remarquer à ce sujet que des résultats de recherches rapportés par la Communauté de travail des usines rhénanes de distribution d'eau (Allemagne) (7) montrent qu'il se produit, en périodes de basses eaux, une augmentation notable de la teneur en matières organiques difficilement dégradables.

La Commission rhénane des services de distribution d'eau (Pays-Bas) présente des constatations analogues(8). En Juin 1971, après une période de sécheresse , on a constaté, une mortalité de poissons élevée ayant pour origine des phénomènes provoqués par d'abondantes précipitations dans le Sud de l'Allemagne : ces chutes de pluie ont obligé les Autorités à ouvrir des barrages situés sur le Neckar, ce qui a eu pour conséquence l'entraînement de dépôts limoneux anaérobies qui s'étaient formés dans cette rivière, de sorte qu'il s'est produit une "vague" d'eau polluée, noirâtre et malodorante, longue de 100 km. De plus, à l'automne de la même année, la teneur en chlorure de sodium a atteint lors des basses eaux des valeurs particulièrement élevées. Cet organisme rappelle en outre la présence dans les eaux du Rhin de différentes substances toxiques et l'augmentation de la charge en substances eutrophisantes.

Selon la Communauté internationale de travail des services rhénans de distribution d'eau (9), l'état du Rhin est toujours très mauvais, en dépit des efforts des autorités et des investissements importants dans le domaine de l'épuration. La seule amélioration constatée porte sur la teneur en endosulfan^{*}, mais par ailleurs, de nouvelles pollutions sont observées.

On peut conclure de l'ensemble des informations et observations que nous avons rapportées que la situation dans le bassin rhénan mérite une extrême attention. Cependant, les avis présentés ne sauraient impliquer que les efforts de toutes sortes qui ont été accomplis n'ont pas eu d'effets notables^{**}; il faut tenir compte du fait que les rejets de nombreux polluants ont tendance à augmenter (accroissement de la population et de son niveau de vie, développement de l'industrie). Jusqu'à présent, pourtant, les actions entreprises n'ont pas permis, en général d'améliorer la situation, ni même d'en empêcher l'aggravation. Il est donc de toute nécessité de prendre des mesures propres à obtenir une amélioration aussi rapide que possible. Il ne fait pas de doute que les Etats riverains ont intérêt, pour atteindre ce but, à parvenir à la conclusion d'accords relatifs aux actions à entreprendre et à établir entre eux une étroite collaboration en vue de leur exécution.

* L'endosulfan est un insecticide chloré dont une quantité importante a été rejetée accidentellement dans le Rhin en 1969.

** A l'actif des actions entreprises, on peut signaler, en particulier, l'amélioration de la qualité de l'eau de divers affluents du Rhin.

II - ACTIONS ENTREPRISES AU NIVEAU NATIONAL ET AU NIVEAU INTERNATIONAL

BIBLIOGRAPHIE

- (1) SALZWEDEL M., 1971 : Etude sur le régime juridique des eaux.
- (2) 150 années Commission Centrale pour la navigation du Rhin, ouvrage
- (3) Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung des Rheins, 1965 et 1972 : Die Verunreinigung des Rheins und seiner wichtigsten Nebenflüsse in der Bundesrepublik Deutschland.
- (4) Ministerialdirigent Krampe, septembre 1972 : Kosten von Reinhalttemassnahmen. Exposé présenté lors de la semaine internationale pour la protection des eaux du Rhin
- (5) PEDROLI R., septembre 1972 : Contribution de la Suisse à la salubrité du Rhin. Exposé présenté lors de la semaine internationale pour la protection du Rhin.
- (6) HELLMANN H. et BRUNS F.J., 1970 : Untersuchung zur Kohlenwasserstofffracht des Rheins 1968/1969 und Überlegungen zu deren Herkunft : Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen, H. 1, S. 14-18
- (7) Arbeitsgemeinschaft Rhein-Wasserwerke eV (ARW) : Rapports 1970 et 1971 : Chemische, physikalische und bakteriologische Untersuchungen.
- (8) Rijncommissie Waterleidingbedrijven (Pays-Bas). Rapport 1971 présenté dans la publication suivante (référence n° 9).
- (9) Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke - Rapport 1971.

CHAPITRE III

Examen des mesures prévues ou à recommander en vue de lutter contre la pollution du Rhin.

Nous présenterons d'abord quelques observations sur le droit international en matière de pollution des eaux, puis nous examinerons la question de l'organisation générale de la lutte contre la pollution et nous terminerons par l'étude de deux problèmes spécifiques particulièrement importants : celui des chlorures et celui de la pollution thermique.

1 - Observations succinctes sur le droit international en matière de pollution des eaux :

On sait que de nombreux pays ont adopté des législations portant sur la pollution sous ses différents aspects et plus spécialement sur la pollution des eaux. Mais il n'existe pas de législation internationale en ce domaine ; les relations entre Etats* ne peuvent être basées que sur des principes émis par les juristes et sur des accords internationaux relatifs à des problèmes spécifiques.

En ce qui concerne les cours d'eaux internationaux, deux théories s'opposent :

- certains auteurs soutiennent que les Etats souverains ont le droit de disposer librement des eaux qui traversent leurs territoires, alors même que l'utilisation qui en est fait a pour conséquences, en ce qui concerne les Etats situés en aval, la réduction du débit utilisable ou la pollution de ces eaux. (Opinion soutenue par l'Attorney Général HARMON⁽¹⁾ et par BRIGGS⁽²⁾).
- d'autres auteurs, actuellement plus nombreux, estiment par contre qu'il convient d'interdire des modifications notables de la quantité et de la qualité des eaux des cours d'eaux internationaux. Cette interdiction devrait être basée, selon ces auteurs, sur le fait plus général qu'aucun Etat n'a le droit de causer un préjudice à un autre Etat. Il s'agit là d'un recours au droit de voisinage qui revêt,

* A l'exclusion des Etats appartenant à une même Fédération.

selon SAUSER-HALL ⁽³⁾, le caractère d'une "institution du droit des gens". En matière de cours d'eau, le "voisinage" est à considérer au sens large, la pollution des eaux dans un pays donné pouvant produire des effets dommageables dans plusieurs pays situés en aval.

La position que nous venons d'indiquer a été soutenue en particulier dans la "Déclaration de MADRID" de l'International law association ⁽⁴⁾. Selon E.J. MANNER ⁽¹⁾, les Nations Unies se sont prononcées dans un sens analogue.

Cependant il est fort difficile de préciser l'interprétation de cette obligation d'un Etat de ne pas porter préjudice à un autre Etat. Il est en effet impossible d'utiliser l'eau d'un fleuve ou d'un de ses affluents sans en modifier les propriétés, si peu que ce soit ; la notion "d'usage normal" de cette eau est qualitative et peut même être subjective. La plupart des juristes déclarent que les Etats riverains n'ont pas de droit de causer une gêne "appréciable" aux autres Etats riverains du fait de leur utilisation des eaux.

Il ressort de ces brèves observations qu'il n'existe pas de règles générales bien établies en matière de pollution des eaux sur le plan international, mais seulement des principes susceptibles de prêter à discussion. De plus, la jurisprudence est très peu abondante dans ce domaine et les éléments d'appréciation fournis par le droit international coutumier ne sont pas très étendus. Les problèmes à résoudre concernent, selon les cas, les relations : entre Etats (ou entreprises nationales), entre personnes privées (physiques ou morales) ou encore entre Etats et personnes privées ; le droit international devrait donc s'appliquer à des questions d'aspects variés. On peut rappeler également, ainsi que le fait H. FISCHERHOF ⁽⁵⁾, le cas particulier des pollutions (consécutives ou non à des accidents) qui peuvent se produire lors de la navigation sur le Rhin de bateaux relevant de pays qui ne sont pas riverains.

Cependant, il existe divers accords internationaux relatifs à la pollution des eaux : H. FISCHERHOF ⁽⁵⁾ cite à cet égard les accords franco-allemands de 1956 concernant la Sarre et la navigation sur la Moselle et l'accord germano-néerlandais de 1959 portant sur les frontières. On peut mentionner également les accords ayant abouti à la consti-

tution des Commissions pour la protection contre la pollution du Rhin (Suisse, France, Luxembourg, Allemagne Fédérale et Pays-Bas), de la Moselle (Allemagne, France et Luxembourg) et de la Sarre (Allemagne et France).

Il s'avère indispensable, en vue de résoudre les problèmes concernant la pollution du Rhin, de rechercher la conclusion d'accords très précis sur les plans juridique et technique entre les Etats intéressés. Outre l'existence de bonnes relations préalables entre ceux-ci, l'appartenance de la plupart d'entre eux à la Communauté Economique Européenne est de nature à en faciliter l'aboutissement ; la Communauté offre en effet un cadre particulièrement propice à l'examen des problèmes économiques et financiers et à l'élaboration d'une réglementation internationale et des structures destinées à l'appliquer.

2 - Mesures relatives à l'organisation générale de la lutte contre la pollution*

21 - Création d'une Agence du bassin du Rhin

211 - Rannet de différentes réalisations et de recommandations susceptibles d'être examinées en vue d'une conception d'ordre général de l'organisation et des tâches de l'Agence.

L'expérience acquise grâce à la création d'Agences de bassin de caractère national peut être prise en considération, à titre d'information, bien que les conditions soient notablement différentes en ce qui concerne l'Agence du Bassin rhénan projetée ; différentes organisations, destinées à la gestion de bassins ou de parties de bassin, existent dans certains pays de la Communauté actuelle :

- Pays-Bas : les "waterschappen" sont des organismes de droit public s'intéressant à l'ensemble de la gestion de cours d'eau ou parties de cours d'eau.
- République fédérale allemande : Il existe des Agences spécialisées pour la gestion de certains cours d'eau (dans le Bassin de la Ruhr par exemple).
- Belgique : des sociétés de bassin sont en cours de création.
- France : les Agences de bassin ont pour objet de faciliter les diverses actions d'intérêt commun aux bassins ou groupements de bassins. Il existe en outre des Comités de bassin, de caractère consultatif.

Signalons que C.W. KLASSEN⁽⁶⁾ a fait part, au sujet du problème qui nous occupe, de suggestions assez détaillées dont nous extrayons les éléments suivants :

L'Agence de bassin doit avoir à son service des spécialistes qualifiés et doit pouvoir compter sur le concours de différents services de l'Etat. Elle est assistée d'une "Commission consultative de protection des eaux contre la pollution"^{**} dans laquelle les différentes activités intéressées sont représentées. L'Agence est autorisée à percevoir des droits.

* On trouvera en annexe, à titre d'information générale, des indications sur des principes et des projets relatifs à la protection de l'eau, présentés par différents organismes internationaux (annexe n° 1).

** Cette Commission consultative aurait un rôle analogue à celui qui est dévolu aux organismes dénommés couramment : "Comités de bassin".

Selon cet auteur les principales attributions de l'Agence sont les suivantes :

- Elle met au point un plan de lutte contre la pollution.
- Elle effectue des enquêtes sur les pollutions de diverses origines, procède, s'il y a lieu, aux constats d'infraction aux lois et règlements et elle peut intenter des poursuites devant les instances compétentes. Elle a le pouvoir d'ordonner qu'il soit mis fin aux rejets de polluants.

Il convient de citer également les "Recommandations des services néerlandais de distribution d'eau du Rhin" (1972) que l'on peut résumer ainsi :

- L'organisme de gestion du Rhin doit disposer de pouvoirs exécutifs.
- Il faut déterminer quantitativement et d'une manière permanente les substances polluantes rejetées, en tenant compte des déclarations des responsables des décharges, mais en les contrôlant. Les substances toxiques employées en agriculture sont également à déterminer. Des mesures seront prises en tenant compte des données ainsi recueillies : limitation (par jour, par semaine et par an) ou interdiction des rejets.
- Les normes de concentration sont à fixer avec prudence, en raison de la difficulté de prendre des mesures en cas de dépassement.
- les autorités "supérieures" doivent prendre des mesures de contrainte à l'égard des autorités subordonnées afin d'organiser, selon un plan rationnel la suppression progressive des rejets d'effluents non épurés provenant des villes et des industries. Les décharges doivent être taxées d'une manière uniforme dans tout le bassin rhénan. Il faut encourager toutes les autres méthodes permettant de limiter la pollution (recyclage des eaux, choix des matières premières et des méthodes de production, récupération avant rejet).
- Il faut harmoniser la réglementation relative aux hydrocarbures résiduels provenant de la navigation.
- Il faut prendre des mesures sévères contre la pollution thermique.

Rappelons en outre que, selon M. BOERSMA. "l'organisme central" dont la création est proposée dans son Rapport au Parlement européen (1970) (7)* doit être doté de larges pouvoirs de contrôle : il devra procéder régulièrement à l'analyse des eaux et en publier les résultats et arrêter des dispositions pour le transport de matières résiduelles par bateaux.

Notons enfin le souhait exprimé par la Communauté internationale de travail des services rhénans de distribution d'eau (IAWR) en vue de la création d'un organisme de gestion du bassin rhénan (lettre au Conseil de l'Europe du 11 janvier 1972).

212 - Organisation susceptible d'être envisagée :

Compte-tenu, en particulier, de ce qui a été exposé dans le présent chapitre et des informations fournies en annexe* nous estimons que les attributions essentielles de l'Agence du Bassin rhénan pourraient être les suivantes, la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution remplissant le rôle d'un "Comité de bassin" de caractère consultatif :

- Etablir le programme d'assainissement des eaux du Bassin rhénan en collaboration avec la Commission internationale ; fixer l'ordre d'urgence et mettre en oeuvre ce programme (Ce programme qui sera basé au début sur les informations techniques disponibles en ce qui concerne la pollution, sera révisé périodiquement afin de tenir compte des données nouvellement acquises).
- Déterminer d'une manière détaillée la composition des eaux du fleuve et de ses affluents en ce qui concerne les différents polluants existants**.
- Inventorier les établissements ou installations d'où proviennent les différents polluants et déterminer les charges contenues dans les eaux rejetées. (Les responsables de ces établissements ou installations devront fournir les données nécessaires à l'Agence, qui effectuera les contrôles utiles).

* Prière de consulter à ce sujet l'annexe n° 1

** En collaboration avec les organisations nationales.

- Définir, pour les différents tronçons des cours d'eau, les normes de qualité à observer, compte-tenu des utilisations choisies. Limiter ou interdire les rejets si cela est nécessaire.
- D'une manière générale : faciliter les actions et initiatives tendant à diminuer la pollution du fleuve et de ses affluents.
- Fixer le montant des redevances à verser à l'Agence par les collectivités et les entreprises qui effectuent les rejets de substances polluantes et utiliser les fonds recueillis à la lutte contre la pollution.

Le problème des sanctions et des poursuites à intenter devant les instances compétentes est assez délicat et devrait faire l'objet d'une harmonisation des législations des Etats intéressés. Il pourrait en être de même au sujet du permis de construire des installations d'épuration et du contrôle de leur fonctionnement.

213 - Décisions à prendre sur le plan politique :

On peut concevoir que différentes actions n'ayant pas de répercussion internationale pourront être confiées aux Etats, sous leur responsabilité et à leur charge. La répartition des actions en deux catégories : l'une nationale, l'autre internationale, pourra être effectuée par le Conseil de la Communauté (avec la participation des représentants des Etats non-membres de la Communauté) ou par une Conférence ministérielle. Il existe deux solutions extrêmes, entre lesquelles on peut envisager plusieurs solutions intermédiaires :

- une Agence de bassin internationale, aux compétences très étendues :
- une Fédération internationale d'Agences de bassins nationaux.

Le choix des principes de répartition des tâches aura des aspects non seulement techniques mais politiques.

214 - Proposition française relatives à la création d'une Fédération d'Agences de bassins nationales* :

Cette proposition a été présentée à la Conférence ministérielle sur la pollution du Rhin, qui s'est tenue à LA HAYE les 25 et 26 octobre 1972 : la France souhaite la coordination des politiques des organismes nationaux existants en vue de lutter contre la pollution du Rhin. Cette Fédération, qui travaillerait en collaboration avec la

* Le texte intégral de cette proposition est joint en annexe au présent rapport (annexe n° 2).

Commission internationale, aurait pour objectifs principaux, d'étudier la qualité des eaux, de déterminer les prélèvements et les rejets effectués, de définir les objectifs de qualité, d'évaluer les investissements nécessaires et de prendre en charge le financement international du programme commun d'investissement.

En ce qui concerne le fonctionnement de cette Fédération, la France propose que l'on distingue nettement les ouvrages d'intérêt commun des ouvrages d'intérêt national ; c'est la Commission internationale qui serait chargée de cette tâche. La répartition de la charge financière tiendrait compte à la fois de l'origine de la pollution et de l'avantage que tirerait chacun des pays des améliorations obtenues.

22 - Harmonisation des dispositions législatives et réglementaires :

Le fait qu'un bassin hydrographique soit utilisé par différentes nations constitue une incitation naturelle à la prise de mesures d'intérêt commun ; la constitution d'une Agence du Bassin du Rhin amènerait à considérer comme nécessaire l'harmonisation des dispositions législatives et réglementaires applicables à ce bassin. Cette nécessité apparaîtrait principalement à deux points de vue : d'une part à l'égard des mesures d'application de décisions tendant à l'élimination de la pollution et, d'autre part, en vue de l'uniformisation des conditions dont dépend la concurrence économique entre les Etats associés au sein de l'Agence, et notamment des Etats membres de la Commission économique européenne.

L'harmonisation en question ne constituerait d'ailleurs qu'un cas particulier de l'harmonisation souhaitable dans le domaine de l'environnement en général, et plus spécialement dans celui de la pollution des eaux.

M. BOERSMA, dans son Rapport au Parlement européen (7)* indique que, selon la Commission économique, l'harmonisation des dispositions législatives, administratives et réglementaires relatives à la lutte contre la pollution de l'eau devra se fonder sur les trois principes suivants :

* Rappelons qu'il s'agit d'un rapport fait au nom de la Commission des affaires sociales et de la santé publique.

- la réglementation obligatoire pour tous les Etats riverains doit être défendable aussi bien du point de vue de l'hygiène du milieu que du point de vue de l'économie ;
- les responsables de la pollution de l'eau supportent financièrement les dommages causés ;
- chaque pays s'engage à ne pas polluer l'eau du Rhin de façon telle que les pays situés en aval en subissent de graves préjudices.

M. BOERSMA précise que les deuxième et troisième principe ne pourront s'appliquer que progressivement.

Dans l'élaboration d'un projet d'harmonisation, il conviendrait de prendre en considération, outre les mesures de caractère réglementaire portant sur la décharge des substances polluantes et celles qui relèvent du domaine financier, différents problèmes particuliers tels que ceux qui sont relatifs au choix des sites d'implantation des établissements industriels, au permis de construire des installations d'épuration et au contrôle de leur fonctionnement, à l'utilisation des méthodes de production les mieux adaptées et aux sanctions et poursuites.

Ajoutons encore que la Commission des Communautés européennes insiste sur la nécessité pour les Etats-Membres de veiller soigneusement au respect des réglementations nationales ou communautaires.

En complément à ces remarques, il faut souligner l'importance du projet de la Commission du 22 Mars 1972 (8) en vue d'une harmonisation éventuelle à l'ensemble de la Communauté des mesures d'urgence en matière d'environnement ; les dispositions envisagées comportent l'organisation d'une information systématique de la Commission de la part des Etats désireux de prendre des mesures législatives, réglementaires ou administratives dans le domaine de l'environnement. L'information des grandes organisations internationales est également prévue.

23 - Contrôle des décharges polluantes et exploitations de ce contrôle :

Nous estimons qu'il conviendrait d'établir, à l'égard des responsables des établissements industriels, l'obligation de fournir à l'Agence de bassin les indications nécessaires sur les rejets effectués (données quantitatives en fonction du temps) ; le contrôle de ces déclarations constituerait une nécessité, mais il serait souhaitable que la réglementation soit conçue de manière à faciliter, dans ce domaine, l'établissement d'une collaboration entre l'Autorité de bassin et les entreprises.

Signalons que la Commission des Communautés européennes souhaite l'harmonisation des diverses méthodes techniques utilisées pour contrôler la pollution et qu'elle estime que "l'acceptation de méthodes de mesure et de substances de référence, certifiées en commun, sera de nature à favoriser l'harmonisation désirée"(7).

En vue du classement et de l'utilisation des données recueillies, l'établissement de fichiers centraux (recommandé par VIVIER⁽⁹⁾), rendrait de grands services ; les données relatives à toutes les entreprises et installations polluantes y figureraient et les responsables de ces établissements pourraient prendre plus exactement conscience de l'évolution des décharges avec le temps, en collaboration avec l'Autorité de gestion. L'emploi d'un ordinateur faciliterait grandement ces opérations.

L'observation du fleuve et de ses affluents et la prise d'échantillons constituent l'une des tâches importantes à effectuer en vue de ces contrôles ; sur le plan de l'exécution, l'utilisation de véhicules et de bateaux spécialisés, ainsi que d'hélicoptères, rend de grands services.*

Les résultats des contrôles effectués doivent être exploités, en particulier, en vue de l'information des utilisateurs de l'eau du Rhin. Il convient de distinguer deux cas :

* Rappelons que nous avons indiqué précédemment que de tels moyens sont déjà utilisés par diverses autorités (Chapitre II, rubrique n°4).

- Les pollutions constatées doivent entraîner la prise de mesures d'urgence ; il s'agit de pollutions provoquées par des accidents ou des incidents dans les entreprises ou au cours de la navigation, dues à des rejets d'une importance inhabituelle. La règle générale selon laquelle les responsables de pollutions ont l'obligation de collaborer à l'information de l'Autorité de gestion devra s'appliquer tout particulièrement dans ces cas : les responsables de ces décharges devront prévenir les agents du système d'alerte par les moyens les plus rapides. Le fait de s'abstenir d'informer ou d'informer tardivement devra être considéré comme une faute grave, passible de sanctions. On sait qu'il n'est pas exclu que des rejets accidentels rendent l'eau du Rhin toxique à l'égard de l'homme.

Soulignons à ce sujet la nécessité de développer les systèmes d'alerte déjà créés et les collaborations déjà existantes entre certains pays et de créer un organisme international capable de fournir des informations dans des délais aussi réduits que possible, auquel collaboreront tous les pays intéressés à la lutte contre la pollution du Rhin.

- Les pollutions constatées n'entraînent pas de mesures d'urgence ; il s'agit dans ce cas de pollutions ayant un caractère habituel et de celles qui sont dues à des accidents n'entraînant pas de conséquences spécialement graves. Les informations recueillies sont utilisées à diverses fins et en particulier à l'étude de l'interprétation des variations de composition de l'eau du Rhin et des rejets effectués dans les différents tronçons, et à la taxation des pollueurs. Il conviendrait, en outre, d'envisager la possibilité de se servir des données obtenues en vue de pratiquer une modulation de certaines décharges, destinée à favoriser l'utilisation de l'eau du Rhin pour la boisson.

24 - Fixation d'objectifs de qualité

La définition des objectifs de qualité est l'une des tâches les plus importantes et les plus urgentes dont l'organisme de gestion du bassin rhénan devra être chargé. Le choix des objectifs de qualité dépendra de différents facteurs, parmi lesquels on peut noter plus spécialement : la nécessité d'atteindre certains niveaux de qualité en vue d'utilisations données, les moyens financiers que les Etats intéressés seront disposés à affecter aux différents travaux retenus dans le programme d'assainissement et les délais nécessaires à l'accomplissement de ces derniers.

Etant donné que les concentrations des différentes substances polluantes varient dans les diverses parties du fleuve et de ses affluents, il sera nécessaire de fixer des normes de qualité pour chacun des tronçons successifs de ces cours d'eau qu'il sera utile de considérer. De plus, les autorisations de rejets accordées aux entreprises ou installations polluantes sont à exprimer en poids de matières déversées, dans un temps donné (compte-tenu du débit, si cela est utile). Il faut retenir également le fait que les décharges ne sont pas, en général, régulièrement réparties dans le temps ; des mesures fréquentes sont souvent nécessaires et l'on est amené à se baser sur des moyennes de charges dans l'unité de temps, établies sur une période suffisamment longue, ainsi que des valeurs maximale et minimale de ces charges. Les résultats des observations effectuées sont à interpréter en fonction de l'influence du débit et de divers phénomènes (transformation ou destruction de différentes matières) sur les concentrations en substances polluantes des cours d'eau considérés.

Il sera donc nécessaire de recueillir de nombreuses données en vue de la fixation des objectifs de qualité ; selon les niveaux de qualité retenus des traitements plus ou moins complexes et coûteux seront nécessaires en ce qui concerne les utilisations pour la boisson et pour les industries. En principe, les concentrations de substances polluantes à tolérer devront être fixées à des niveaux aussi bas que possible, mais la détermination des limites à retenir est assez délicate : d'une part il ne serait pas souhaitable de choisir des valeurs trop difficiles à respecter et, d'autre part, des limites trop élevées pourraient être considérées comme une sorte "d'autorisation de polluer".

Il ne semble pas possible d'atteindre le but final, qui correspondra à une amélioration très importante de la qualité des eaux du Rhin, avant une période de temps assez longue ; il serait donc utile de fixer, pour les différentes substances polluantes, des objectifs intermédiaires qui permettraient de préciser les étapes successives de l'amélioration de la qualité des eaux.

25 - Choix des sites d'implantation des entreprises et des installations polluantes :

La recherche de la rationalisation de ce choix compte parmi les mesures les plus importantes à adopter en vue de lutter contre la pollution. Il est en effet indispensable d'éviter l'implantation d'entreprises ou d'installations polluantes dans des zones où les eaux n'atteignent pas le niveau de qualité jugé convenable ; il conviendrait donc de mettre au point un plan de répartition de ces établissements le long des cours d'eau du bassin rhénan. Les Autorités pourraient être amenées à édicter des interdictions d'implantation dans les cas où les usines projetées apporteraient une charge supplémentaire dans une zone déjà "saturée" en un polluant donné. Ces dispositions s'appliqueraient, entre autres, aux différents cas de pollution chimique (matières organiques plus ou moins dégradables et matières minérales) ainsi qu'à la pollution thermique, qui constitue un cas d'une importance particulière sur le plan international.*

Il conviendrait également que les Autorités s'assurent préalablement que la surface des sols disponibles et la disposition des lieux se prêtent à une mise en place convenable des stations d'épuration.

L'harmonisation des dispositions nationales relatives au choix des sites d'implantation considéré sous l'angle de la pollution est spécialement souhaitable.

26 - Choix des techniques de fabrication

Ce problème est très important. Il peut se faire que les industriels aient la possibilité de choisir entre deux ou plusieurs techniques, mais que les techniques les plus intéressantes du point de vue de la lutte contre la pollution soient également les plus coûteuses. Ce choix pourra être orienté dans une large mesure par la taxation instituée par l'Agence de bassin.

* Le problème de la pollution thermique du Rhin sera examiné dans la suite du rapport (même chapitre, rubrique n° 4).

Les Nations Unies dans leur résolution n° 10 (XXIème session) (10) prennent position sur ce problème de la manière suivante : "Il est indispensable d'encourager la mise en oeuvre de mesures ayant pour objet de rationaliser les processus technologiques dans les entreprises industrielles, afin de réduire le volume des eaux usées à évacuer et le degré de leur pollution".

Il est souhaitable que l'étude critique des procédés les moins polluants soit effectuée dans le cadre de l'organisme de gestion afin de faciliter l'établissement d'un équilibre optimal entre le degré de pollution tolérable et le niveau des prix.

27 - Recherches à effectuer dans le domaine de la lutte contre la pollution des eaux du Bassin rhénan :

Il est de la plus grande importance de développer les recherches sur la pollution des eaux, et en particulier, celles qui concernent le bassin rhénan ; les connaissances acquises grâce aux travaux effectués permettent en effet de mieux connaître les effets de la pollution à divers égards et de mettre au point les moyens de lutte nécessaires.

Les grands lignes du programme de recherche à retenir peuvent se résumer très succinctement de la manière suivante :

- Recherches sur les procédés industriels les moins polluants.
- Sort des polluants rejetés dans le Rhin et ses affluents :
 - Transformations (physiques, chimiques, biologiques) et destruction éventuelles.
 - Transport vers la mer et localisation éventuelle dans les dépôts fluviaux et marins ; influence des courants côtiers. Etablissement d'un bilan de répartition en ce qui concerne la localisation définitive ou temporaire, compte-tenu des phénomènes mentionnés ci-dessus.

- Effets des polluants sur les organismes vivants :
 - effets sur l'homme à diverses concentrations et pendant des temps variés ;
 - effets sur les organismes fluviatiles et marins (fixation par ces organismes, effets sur leur développement et sur leur composition).
- Recherches sur les méthodes d'analyse des eaux.
- Recherches sur les techniques d'épuration en ce qui concerne les différents polluants existants.
- Recherches économiques, portant en particulier sur les procédés industriels, les techniques d'épuration et la recherche du meilleur équilibre : pollution tolérable - coût de la lutte contre la pollution (dans des conditions données, et plus spécialement : compte-tenu de l'état d'avancement des connaissances).
- Etude de problèmes spécifiques tels que :
 - la capacité thermique du Rhin
 - la pollution "chimique"
 - les effets de synergie entre différents polluants.
- Information, collaboration et coordination :

Une mise en commun des connaissances et une harmonisation des travaux sont indispensables en vue de donner aux recherches l'efficacité désirée ; il faut donc établir une information systématique et une collaboration entre tous les organismes qui s'intéressent à la pollution du bassin rhénan.

Dans un premier temps, cette collaboration pourrait s'appliquer essentiellement à la mise en place d'une organisation permettant l'échange d'informations sur les résultats des travaux effectués et sur les programmes de recherches en cours ; un service de documentation pourrait procéder à l'analyse systématique des résultats obtenus (avec l'aide des services de documentation existants) ; la nécessité de publier les résultats des travaux effectués devrait être soulignée.

Un programme de travail d'ensemble concernant les organismes nationaux et internationaux intéressés à la lutte contre la pollution du Rhin devrait être ensuite établi ; ce programme comporterait la fixation d'un ordre d'urgence des travaux à effectuer et faciliterait une utilisation aussi rationnelle que possible des moyens disponibles en matière de recherche.

Le financement est à prévoir au moyen de contributions versées par les Etats et Organismes internationaux intéressés.

Une collaboration étroite devrait nécessairement être établie avec la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution et l'Agence européenne du bassin rhénan à créer.

En outre, l'intérêt de la création de laboratoires de recherches internationaux devrait être étudié.

3 - Le problème de la pollution due aux chlorures

31 - Examen des concentrations et des charges du Rhin en chlorure de sodium

Les données chiffrées nécessaires sont fournies dans les documents suivants :

Tableau n° 11 : moyennes annuelles des teneurs et des charges (période 1955-1970, de Stein am Rhein à Gorinchem, Vreeswijk et Kampen).

Graphique n° 9: moyennes annuelles des charges (période 1959-1970, de Kembs à Emmerich-Lobith).

Tableau n° 12 : minimums et maximums annuels des teneurs (période 1964-1970, de Stein am Rhein à Gorinchem, Vreeswijk et Kampen).

Tableau n° 13 : charges apportées dans différents tronçons (Stein am Rhein - Kembs, Kembs - Seltz, Seltz - Braubach, et Braubach - Emmerich-Lobith, période 1955-1970).

Nous prendrons d'abord en considération les charges moyennes et les teneurs moyennes calculées annuellement et nous examinerons en premier lieu les différents tronçons du fleuve ; les données fournies montrent que la charge en ions chlore augmente irrégulièrement de Stein am Rhein à Emmerich-Lobith : l'augmentation est assez faible de Stein am Rhein à Kembs, très importante de Kembs à Seltz et de Braubach à Emmerich-Lobith et elle est à la fois beaucoup moins importante et plus variable de Seltz à Braubach.

La charge en ions chlore se répartit aux Pays-Bas entre les trois bras du fleuve et l'on voit que la somme des charges constatées dans ces bras est en bonne concordance avec la charge trouvée à la frontière germano-néerlandaise.

On constate que les teneurs moyennes annuelles varient ainsi du lac de Constance à la frontière germano-néerlandaise :

de Stein am Rhein à Kembs : augmentation légère

de Kembs à Seltz : augmentation très importante

de Seltz à Braubach : diminution plus ou moins marquée (sauf en 1955)

de Braubach - Emmerich-Lobith : augmentation notable.

Examinons maintenant les variations, au cours des années, des apports effectués dans un même tronçon du fleuve ; nous observons les phénomènes suivants :

de Stein am Rhein à Kembs : les variations sont faibles mais il semble exister une tendance à l'augmentation.

de Kembs à Seltz : on constate une augmentation nette de 1955 (76 kg/s) à 1970 (141 kg/s) ; depuis 1965, année où l'apport a augmenté notablement, on observe une certaine stabilisation (à l'exception de l'année 1968 : 173 kg/s).

de Seltz à Braubach : la charge apportée dans ce tronçon a varié notablement au cours des années ; on relève 24 kg/s en 1969 et 28 kg/s en 1970, mais également des valeurs négligeables en 1959, 1961 et 1968.

de Braubach à Emmerich-Lobith : on constate une augmentation notable de 1955 (119 kg/s) à 1970 (181 kg/s) ; après une diminution en 1962, la charge apportée a augmenté assez régulièrement.

L'examen des valeurs minimales et des valeurs maximales relevées au cours de chaque année conduit aux remarques suivantes : les charges en ions chlore sont susceptibles de varier au cours d'une année donnée entre des limites assez éloignées (par exemple à Emmerich-Lobith de 272 kg/s à 473 kg/s en 1969 et de 235 kg/s à 532 kg/s en 1970) ; ce fait reflète l'irrégularité des rejets industriels (on peut remarquer d'ailleurs que les 26 prélèvements annuels effectués par la Commission internationale ne permettent pas d'une manière certaine d'observer les véritables valeurs minimales et maximales susceptibles de se produire).

La marge de variation des teneurs est proportionnellement plus grande que celle des charges, étant donné que les teneurs dépendent à la fois des charges et des débits*. En ce qui concerne plus particulièrement les teneurs maximales on constate que celles-ci ont été comprises entre 212 mg/l et 292 mg/l à Emmerich-Lobith au cours de la période 1964-1970 : de plus, les autorités néerlandaises ont signalé qu'au cours de l'automne 1971 (pendant lequel une période

* Sous réserve d'une certaine régulation des décharges en fonction des débits : cas des rejets des mines de potasse d'Alsace (nous en précisons plus loin les modalités).

de sècheresse particulièrement marquée s'est produite) la teneur en ions chlore à la frontière germano-néerlandaise à dépassé 350 mg/l.

32 - Etude des mesures permettant de diminuer les rejets de chlorures dans le Rhin

321 - Données préliminaires :

La nécessité d'améliorer la qualité de l'eau du Rhin en vue de l'utilisation pour la boisson et pour l'irrigation conduit au choix des rejets de chlorure de sodium à supprimer et à l'examen critique des méthodes propres à obtenir le résultat recherché.

Selon J.H. LAMBERTS (11), la répartition des charges est la suivante :

	Pour cent de la charge totale
Mines de potasse d'Alsace	41
Industries diverses	25
Mines de charbon	20
Origine naturelle	14

Le chlorure de sodium provenant des mines de potasse d'Alsace se trouve concentré en quantité importante en un lieu donné ; de plus, il est facilement saisissable sous forme solide, alors que les chlorures d'autres origines se trouvent généralement sous forme de solution. La Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution a donc dirigé ses efforts vers l'étude de l'élimination de ces sels résiduels et du coût des différentes solutions pouvant être envisagées, ainsi que vers la recherche d'un arrangement financier acceptable par les Etats intéressés. Avant de donner les indications nécessaires sur les principaux procédés d'élimination nous fournirons quelques renseignements sur les sels résiduels en question :

Le minerai extrait ou sylvinite, qui est composé de chlorure de potassium, de chlorure de sodium et de matières insolubles a une teneur en oxyde de potassium (K_2O)* de 15 % à 25 % environ.**

* improprement appelé "potasse"

** ces teneurs en K_2O correspondent à des teneurs respectives en CaK de 24 % et de 40 %.

Le sel brut est utilisé pour la préparation de chlorure de potassium ne contenant qu'une proportion relativement faible d'impuretés ; au cours du temps, on a observé une tendance à la demande de chlorure de potassium contenant de moins en moins de chlorure de sodium, de sorte que, pour une même quantité de chlorure de potassium pur extraite, la quantité de chlorure de sodium à éliminer a augmenté. A la suite de la préparation du chlorure de potassium, les matières résiduelles sont transportées vers le Rhin sous forme de saumure ; leur composition est approximativement la suivante :

Chlorure de sodium	85 %
Sels solubles divers	7 %
Matières insolubles	8 %

La quantité totale de sels résiduels produite annuellement est évaluée à environ 7.700.000 tonnes, qui contiennent environ 6.500.000 tonnes de chlorure de sodium, soit 3.900.000 tonnes environ d'ions chlore, correspondant à 124 kg d'ions chlore/s.

Il est à noter que le rejet des sels résiduels des mines de potasse dans le Rhin est réglementé par Arrêté préfectoral, le dernier en date étant du 9 Août 1966 : la principale disposition à cet égard consiste dans la fixation d'un rejet maximal correspondant à 150 kg/s d'ions chlore ; mais ce maximum n'est pas applicable en périodes de basses eaux ; dès que le débit (Q) est inférieur à 600 m³/s à MAXAU (entrée en Allemagne) ou à 1700 m³/s à REES (entrée aux Pays-Bas) le rejet doit être réduit dans le plus petit des deux rapports suivants :

$$R_1 = \frac{Q_1}{600} \quad (\text{à Maxau})$$

$$R_2 = \frac{Q_2}{1700} \quad (\text{à Rees})$$

322 - Examen des différentes méthodes d'élimination

3221 - Elimination par utilisation dans d'autres industries :

On pouvait envisager d'utiliser les sels résiduels, riches en chlorure de sodium, comme matière première pour l'industrie et comme sel de déneigement. Nous nous référons à ce sujet à la réponse

du Ministre français du développement industriel et technique à une question posée par un parlementaire en décembre 1971 (12) : le Ministre indique que ... "la quantité de sel produite aux Mines de potasse d'Alsace est de 7 millions de tonnes, soit 1,5 fois la consommation totale domestique et industrielle française. Il serait illusoire d'espérer vendre plus de 700.000 tonnes de sel de déneigement. Quant au sel chimique, le seul marché en expansion est celui du chlore. Or, même si on produisait en Alsace tout le chlore français, on utiliserait à peine 1 million de tonnes de sel. Dans le meilleur des cas, on n'arriverait donc à écouler qu'une fraction minime de la quantité de sel produite par les mines de potasse ...".

Il n'existe donc guère d'espoir de parvenir à une utilisation tant soit peu notable de ces sels par les moyens qui viennent d'être mentionnés. Des études en vue d'utilisation industrielle ont été entreprises, mais il ne semble pas qu'elles aient mené à des conclusions positives, d'autant plus qu'un raffinage préalable serait nécessaire, en raison des différentes impuretés contenues dans ces matières.

3222 - Injection de solutions salées dans le sous-sol

Cette méthode est utilisée dans l'Est de la République Fédérale Allemande et apparemment donne de bons résultats ; l'injection est effectuée sous pression dans des couches profondes. Les conditions géologiques sont assez différentes en Alsace et ne paraissent pas être favorables à l'application de cette technique. De plus, les autorités tiennent à éviter tout risque de pollution saline de la nappe phréatique par des injections d'un volume considérable dont toutes les conséquences ne seraient peut-être pas prévisibles.

3223 - Enfouissement dans les mines de potasse :

Il semble, au premier abord, techniquement simple et logique de remblayer une partie de la mine au moyen des sels résiduels ; cette technique est d'ailleurs utilisée également dans certaines exploitations potassiques en République Fédérale Allemande. En fait, ce retour à la mine présente, selon les spécialistes certains inconvénients techniques en Alsace :

Les sels résiduaux provenant du traitement industriel sont notablement humides ; or, le travail des mineurs s'effectue à des températures élevées en atmosphère sèche (40° ou davantage) ; si cette technique était utilisée les conditions de travail deviendraient très pénibles à supporter. De plus, la méthode d'exploitation dans laquelle le "foudroyage" du toit de l'excavation est pratiqué peu après l'extraction du sel brut serait, selon l'avis des spécialistes, perturbée (accroissement des risques d'accident). Il résulterait de ces nouvelles contraintes techniques une augmentation assez importante du coût de production (séchage du sel résiduaire et modification de la technique d'extraction).

Le coût de l'enfouissement dans la mine pourrait être de l'ordre de 14 F par tonne de sels résiduaux (valeur 1970, compte-tenu du séchage partiel de ces sels) ; il resterait peut-être à étudier les possibilités de compression de ce prix de revient approximatif.

3224 - Transport vers la mer par bateaux :

Cette solution, étudiée par la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution, serait très élégante sur le plan technique et n'entraînerait qu'une pollution négligeable de la mer (matières insolubles). Il faudrait transporter les sels résiduaux jusqu'au Rhin, les charger sur des bateaux, puis les transporter du lieu de déchargement vers la mer.

Pour le transport du territoire des mines jusqu'au Rhin la solution la moins onéreuse serait sans doute d'utiliser comme véhicule une saumure saturée qui serait rejetée dans le fleuve après séparation du sel à charger sur les bateaux.

Il faudrait prévoir la construction d'une flotte spéciale : de plus, il serait nécessaire de stocker les sels résiduaux sous forme de terril en Alsace pendant la période des basses eaux (Il est à noter que les difficultés et le prix de revient seraient diminués dans le cas d'un aménagement de la section du Rhin dénommée "Gebirge", qui permettrait de réduire le nombre de bateaux). Le transport final vers la mer s'effectuerait, après dissolution du sel, au moyen d'une canalisation souterraine suivie d'une canalisation sous-marine.

Outre la solution consistant à transporter la totalité des sels résiduaire, les études ont comporté l'examen du cas suivant : mise en terril définitive d'une partie seulement des sels et rejet du reste dans le Rhin. Les coûts calculés par la Commission internationale sont les suivants (sur la base d'une quantité totale de sels résiduaire de 7.400.000 T/an).

Quantités transportées par bateaux	Quantités mises définitivement en terril	Quantités rejetées sous forme de saumure ayant servi de véhicule	Prix de revient total par tonne de sels résiduaire produits
tonnes/an	tonnes/an	tonnes/an	FF
7.400.000	néant	néant	16,70
5.200.000	2.200.000	néant	11,80
3.800.000	1.300.000	2.300.000	8,60

3225 - Transport par pipe-line des mines à la mer :

Cette solution, dont l'application ne présenterait pas de difficultés techniques particulières, offrirait de grands avantages. Mais le prix de revient serait si élevé qu'une étude détaillée du problème n'a pas semblé utile.

3226 - Stockage des sels résiduaire en Alsace :

32261 - Données générales

Cette solution a été retenue finalement, en raison de son prix avantageux et elle a été étudiée d'une manière approfondie par la Commission internationale.

Ce stockage doit porter, pour être efficace, sur une fraction notable des sels résiduaire produits ; il faut également qu'il n'entraîne pas de risque supplémentaire de pollution saline de la nappe phréatique alsacienne. De plus, compte-tenu du fait que l'exploitation des gisements de potasse en Alsace cessera dans 20 ans environ, on estime que le terril pourra être progressivement supprimé à l'expiration de ce délai par rejet progressif dans le Rhin des matières stockées.

Les solutions étudiées pour le stockage des sels résiduaux en Alsace ont porté sur des quantités équivalant soit à 40 kg/s d'ions chlore soit à 60 kg/s (60 kg/s correspondent approximativement à 3.700.000 T de sels résiduaux par an, soit environ 50 % de la totalité des résidus produits). Si l'on envisageait la constitution d'un terril unique, une telle quantité de matière représenterait un volume considérable ; on peut admettre que ce terril aurait une hauteur de 40 m et couvrirait en 20 ans, une surface de 100 ha (à laquelle il faudrait ajouter une surface annexe environnante du même ordre de grandeur). Le fractionnement en plusieurs terrils pourrait être envisagé également.

32262 - Etanchéité à la base du terril et emplacement à retenir pour le stockage

Il est nécessaire de protéger la nappe phréatique de la plaine d'Alsace contre toute pollution saline supplémentaire : il existe en effet dans le bassin potassique alsacien une pollution de la nappe assez marquée ; il semble en particulier que la constitution des terrils existants actuellement n'ait pas été effectuée d'une manière suffisamment prudente à cet égard. La quantité de chlorure de sodium éliminée par rejet dans les eaux superficielles et dans les eaux souterraines est évaluée approximativement à 100.000 tonnes par an. La teneur en chlorure de sodium de la nappe phréatique va en s'accroissant ; à COLMAR, le Service de distribution d'eau a observé les teneurs suivantes à une profondeur de 8 m :

	<u>mg/l d'ions chlore</u>
1950	80
1960	190
1970	220

Il faut tenir compte également du fait que la stabilité de la base d'appui des terrils est imparfaite en raison de la pression importante exercée sur le sol, de la nature de celui-ci et des affaissements éventuels dans les zones correspondant à l'exploitation minière. Le problème de l'étanchéité à la base doit être étudié très attentivement de manière que la solution adoptée comporte une sécu-

rité absolue ; il est indispensable de prévoir un dispositif permettant le contrôle de cette étanchéité et la récupération des pertes éventuelles de solutions salines et offrant la possibilité de remédier à ces dernières. Il est nécessaire également de mettre en place une protection contre le lessivage et l'érosion du terril par les eaux de pluie.

L'étanchéité inférieure du terril peut être envisagée de deux manières :

- En plaçant à la base une membrane imperméable (présentant une certaine élasticité, de manière à résister aux déformations dues aux affaissements éventuels du sol) ; cette membrane serait complétée par un dispositif permettant le drainage des solutions salines formées par percolation ou par ruissellement.
- Au moyen de parois verticales constituées à la périphérie du terril, dont les fondations reposeraient sur la formation géologique argileuse située à une certaine profondeur*. On constituerait ainsi une sorte de cuvette à la base du terril, dont le fond et les murs verticaux formeraient un ensemble imperméable et se prêteraient en outre à la mise en place des dispositifs de contrôle et de sécurité indispensables.

Il semble possible également d'utiliser simultanément ces deux systèmes d'étanchéité.

Les emplacements suivants ont été envisagés par la Commission internationale contre la pollution du Rhin :

- deux emplacements à proximité des mines de potasse
- un emplacement dans la zone de FESSENHEIM
- un emplacement dans la forêt de la Hardt.

Le choix de l'emplacement est assez difficile ; il est nécessaire, ainsi que nous l'avons indiqué, qu'il se prête à la mise en place d'un dispositif d'étanchéité parfaitement satisfaisant ; par ailleurs, l'Allemagne estime que le choix du site de FESSENHEIM aurait

* On trouve dans le sous-sol du haut vers le bas : des alluvions perméables plus ou moins grossières, puis une formation très épaisse (1000 m par exemple) de marnes oligocènes imperméables.

pour conséquence une grave menace de pollution saline de la nappe située à l'Est du fleuve et le site de la Forêt de la Hardt devrait, selon certains services français, être respecté d'une manière absolue pour des raisons tenant à l'environnement.

Il semble qu'une décision doive être prise dans un avenir qui ne soit pas très éloigné au sujet de l'emplacement à retenir définitivement.

323 - Discussion du problème au cours de la Conférence ministérielle sur la pollution du Rhin des 25 et 26 octobre 1972

Les Etats intéressés ont procédé à l'examen des mesures propres à diminuer la charge en chlorure du Rhin et ont abouti aux décisions et souhaits suivants :

- La France procèdera au stockage d'une quantité de sels résiduaux correspondant à 60 kg/s d'ions chlore ; le site sera choisi par le Gouvernement français, qui veillera à protéger la nappe phréatique et l'environnement. Ce stockage commencera au plus tard le 1er janvier 1975.
- La Commission Internationale pour la protection du Rhin contre la pollution exercera un contrôle dont elle déterminera les modalités sur tous les rejets de chlorures supérieurs à une certaine quantité.
- Les Etats riverains s'engagent à prendre, sur leurs territoires respectifs, les dispositions nécessaires en vue d'éviter l'augmentation des rejets de sel. La Commission internationale contrôlera le respect de cet engagement au moyen de mesures de la charge en sel du Rhin et de ses affluents.
- Les délégations ont exprimé le souhait qu'une teneur de 200 mg/l d'ions chlore à la frontière germano-néerlandaise puisse être respectée en toutes circonstances. La Commission internationale examinera les moyens d'y parvenir.

- Les frais relatifs au stockage seront répartis entre les Etats membres de la Commission internationale de la manière suivante, sur la base d'un coût actualisé de 100 millions de francs:

	<u>millions de francs</u>
Suisse	5 à 6
France	30
R.F.A.	30
Pays-Bas	33 à 34
Luxembourg	contribution à fixer ultérieurement.

Il appartiendra à chaque Etat d'affecter sa contribution aux frais d'investissement et/ou/^{aux} frais de fonctionnement. En cas de dépassement du coût prévu, la Commission internationale et la Conférence ministérielle devraient en délibérer.

Enfin la délégation française a fait part de son intention de présenter, dans un délai de six mois à un an, des propositions précises sur le stockage ; celles-ci serviront de base à l'accord définitif qui sera élaboré par la Commission internationale.

4 - La pollution thermique

41 - Considérations préliminaires

Il existe diverses causes d'augmentation de la température du Rhin et de ses affluents, mais les sources de chaleur les plus importantes sont constituées par les centrales thermiques : centrales traditionnelles utilisant différents combustibles et centrales nucléaires. Par ailleurs, de nombreuses industries utilisent l'eau de ces cours d'eau à des fins de refroidissement (On peut noter également que la fermentation des matières organiques contenues dans les eaux d'égout provoque une certaine augmentation de la température).

On sait que les besoins en électricité croissent rapidement ; on estime que la consommation des pays développés double tous les dix ans ; on tend, dans ces pays, à multiplier les centrales thermiques, dont l'utilisation s'impose de plus en plus, en raison de l'épuisement progressif de sources d'énergie d'origine hydraulique.

L'échauffement des cours d'eau a de graves inconvénients lorsqu'il dépasse un certain seuil. On ne constate pas d'augmentation exagérée de la température du Rhin à l'heure actuelle, mais en raison des constructions de centrales en cours et des projets des états riverains, il est nécessaire de déterminer aussi exactement que possible les élévations de température qui pourront être tolérées dans les différents tronçons du fleuve.

Le fait que les centrales thermiques dégagent de la chaleur tient au principe même de leur fonctionnement : une partie seulement de la chaleur produite peut être transformée en électricité ; le reste doit être éliminé au moyen d'un système de refroidissement approprié : soit grâce à l'utilisation d'un cours d'eau, soit en employant des dispositifs permettant la dissipation de la chaleur dans l'atmosphère ("tours" de refroidissement). Les pertes qui se produisent dans les condenseurs des centrales thermiques peuvent être estimées ainsi (compte-tenu d'autres pertes de nature différente) (13) :

Rapport :	
<u>Chaleur éliminée dans le condenseur</u>	Chaleur éliminée dans le condenseur
<u>Chaleur transformée en électricité</u>	p.cent de chaleur totale produite

Centrales traditionnelles (utilisation de charbon ou d'autres combustibles)...	1,2	45
Centrales nucléaires à eau*	2	65

Avant d'examiner l'évolution envisagée en matière de centrales thermiques et les conséquences qu'elle pourrait avoir dans le domaine de la pollution nous donnerons quelques indications sur les effets de l'augmentation de la température sur le milieu.

42 - Effets de l'élévation de température sur les propriétés de l'eau.

Influence sur la teneur en oxygène et sur la dégradation des matières organiques :

On sait que la teneur en oxygène de l'eau à la saturation varie en sens inverse de la température ; voici quelques chiffres à cet égard (d'après des mesures effectuées par C.J.J. FOX ⁽¹⁴⁾).

Température °C	Teneur en oxygène à la saturation mg/l
5	12,80
10	11,33
15	10,15
20	9,17
25	8,38
30	7,63

L'effet du passage de l'eau dans le système de refroidissement sur la teneur en oxygène dépend de la teneur initiale : selon TREMBLEY et ROSS (15) (cités par LEYNAUD), il se produirait une augmentation de la teneur pour des teneurs initiales inférieures à 6 à 7 mg/l et une diminution pour des teneurs plus élevées.

* Il est à noter au sujet des centrales nucléaires que l'on peut espérer une amélioration du rendement due à des progrès techniques.

Par ailleurs, il convient de remarquer que le brassage de l'eau de refroidissement lors de son rejet dans le cours d'eau tend à favoriser la mise en solution de l'oxygène ; cependant, l'importance de ce phénomène est discutée.

Il faut noter également que l'homogénéisation de l'eau de refroidissement n'est pas immédiate après son rejet : il se forme des couches d'eau à température plus élevée en surface sur une certaine distance à partir du déversement.

En ce qui concerne la dégradation des matières organiques on constate que des phénomènes assez complexes se produisent à la suite d'une augmentation de température ; on peut les résumer ainsi :

- dans le cas d'un apport de chaleur limité dans des eaux peu polluées la décomposition des matières organiques est accélérée et l'effet peut être favorable.
- dans le cas d'un apport de chaleur important et d'une pollution organique très marquée on constate une disparition assez rapide de l'oxygène présent, les fermentations prennent un caractère anaérobie et la dégradation des matières organiques reste incomplète.

Il existe de nombreux cas intermédiaires entre ces deux extrêmes ; les conditions finales dépendent non seulement de la concentration initiale en oxygène et de la teneur en matières organiques, mais aussi de l'intensité du renouvellement naturel de ce dernier (la vitesse de ce renouvellement s'accroît, sous l'effet d'une augmentation de température, dans le cas d'eaux relativement pauvres en oxygène).

Les variations du débit (dont nous avons indiqué les caractéristiques essentielles dans le chapitre I) influent nécessairement sur les températures finales et sur l'évolution des matières organiques ; les effets de ces variations sont à considérer d'une part en ce qui concerne celles qui se produisent au cours d'une même année (effets de caractère saisonnier) et d'autre part au sujet de celles que l'on observe au cours d'années différentes, pendant la même saison.

D'une manière générale, la pollution thermique a pour conséquence une augmentation du prix de revient de l'épuration en vue de la préparation d'eau pour la boisson et pour différents usages industriels.

Influence sur les substances toxiques :

Différents auteurs signalent que l'élévation de la température aggrave la toxicité de différentes substances polluantes ; W. CHRIST (16) par exemple précise à cet égard que la toxicité du cyanure de potassium est multipliée par 2 lorsque la température augmente de 10°. On sait également que les effets défavorables de l'eutrophisation sont accentués par une augmentation de température.

43 - Effets de l'élévation de température sur les organismes aquatiques

Il existe pour la plupart des organismes aquatiques des températures-limites maximales et minimales qui définissent un intervalle qui leur est favorable. On a constaté pour les poissons que l'effet d'une élévation de température dépend d'un éventuel séjour préalable à une température intermédiaire : cette acclimatation leur permet, par la suite, de supporter sans dommages, des températures plus élevées. Mais lorsqu'on augmente progressivement cette température intermédiaire on constate nécessairement que ce phénomène d'adaptation a une portée limitée et que l'écart entre cette température et la température létale va en diminuant.

La température létale choisie pour les observations est généralement celle qui correspond à la mort de 50 % des poissons dans un temps donné ; pour les salmonidés, la température létale maximale ne peut guère dépasser 25° ; pour les cyprinidés elle est de l'ordre de 30°. La température a également une influence sur la reproduction des poissons: G. LEYNAUD (17) signale ainsi que les oeufs de salmonidés ne se développent normalement que pour des températures ne dépassant pas 14°.

L'élévation de la température influe également sur les autres organismes aquatiques. Dans l'ensemble on peut indiquer que les modifications du système écologique qu'elle entraîne se produisent dans un sens défavorable, et qu'elles sont d'autant plus marquées que les eaux sont plus polluées chimiquement.

En ce qui concerne les effets défavorables de la pollution thermique sur la vie des poissons, il est vraisemblable que, dans la plupart des cas, le préjudice financier qui lui est imputable ne peut être mis valablement en comparaison avec le profit qui s'attache à la production d'énergie. Mais il faut tenir compte également du fait que les poissons constituent des réactifs sensibles de la qualité des eaux : il convient (ainsi que le souligne la Commission des Communautés européennes (13)) de les considérer "comme des organismes-tests, dont la survie est le signe du maintien de conditions écologiques aptes à assurer la gamme la plus large d'utilisation de l'eau".

44 - Installations existantes et installations projetées

Des informations récentes sur la situation actuelle et sur l'évolution que l'on peut envisager ont été fournies par la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin dans le plan relatif à la charge thermique du Rhin qu'elle a élaboré (18).

Les données publiées sont relatives à toutes les sources de chaleur susceptibles d'avoir une influence sur la température du fleuve, les plus importantes d'entre elles étant des centrales thermiques. Nous avons résumé globalement dans le tableau suivant l'évolution probable de la production d'énergie et de la production de chaleur correspondante :

Puissances en 1970 et puissances envisagées
pour 1975 et 1985

	Suisse		France		Allemagne		Totaux	
	MWe*	M cal/s**	MWe	M cal/s	MWe	M cal/s	MWe	Mcal/s
1970			50	17	6029	1960	6079	1977
1975	1150	518	1200	511	14749	5120	17099	6149
1985	1150	518	5950	2648	35970	13807	43070	16973

On voit combien l'accroissement serait rapide dans le cas de la réalisation de tous les projets. La Communauté de travail des Länder

* MWe signifie : millions de watts de nature électrique (ou mégawatts)

** M cal/s signifie : millions de calories produits par seconde

a calculé, d'après ces données, l'augmentation de température du Rhin qui se produirait dans les différentes parties du fleuve, du confluent de l'Aar à la frontière néerlandaise en été (cas de températures atmosphériques élevées) et en automne (basses eaux). L'estimation a été effectuée en prenant comme bases les températures, évaluées au moyen d'un calcul, qui correspondraient à l'absence de toute charge thermique et on a déterminé les températures maximales admissibles en appliquant à ces températures "naturelles" : une augmentation de 3° en amont de Bâle et de 5° en aval de Lauterbourg, la température-limite admise de Bâle à Lauterbourg variant selon une loi linéaire.

Les calculs effectués montrent que, dès 1975, les températures limites ainsi définies seraient dépassées en été dans la zone de Mannheim et dans celle de Duisbourg ; en 1985, les dépassements se généraliseraient et atteindraient presque 7° dans la zone de Mannheim.

Il faut souligner que ces calculs ont été fondés sur l'hypothèse d'une eau ne présentant pas, par ailleurs, une pollution organique excessive, ce qui n'est pas le cas actuellement.

45 - Mesures prises et mesures à envisager.

Il apparaît qu'un accord international est indispensable en vue de déterminer la capacité maximale de refroidissement que l'on pourra admettre dans les différents tronçons du fleuve et de procéder à la répartition de cette capacité entre les pays intéressés. Il faudra tenir compte de la pollution organique actuelle et prévoir une révision de la répartition lorsque cette pollution aura été notablement abaissée grâce à un accroissement important des efforts dans le domaine de l'épuration.

Lorsque la charge thermique maximale admissible dans les différents tronçons aura été atteinte, les Etats riverains seront dans la nécessité d'utiliser des systèmes de refroidissement des centrales permettant d'éviter la pollution thermique du fleuve, mais dont l'emploi est un peu plus onéreux : "tours humides", à faible consommation d'eau ou "tours sèches" fonctionnant sans apport d'eau.

Cependant, les autorités allemandes et les autorités suisses ont pris dès maintenant la décision de renoncer au refroidissement à eau courante pour les centrales projetées et pour celles qui sont déjà en construction (en ce qui concerne l'Allemagne cette décision s'appliquera en particulier aux centrales suivantes en cours de construction : Philipsburg* (2610 MWe) au Sud de Mannheim et Biblis** (3600 MWe) au Nord de Worms.

Par ailleurs, les autorités françaises estiment qu'une légère charge thermique supplémentaire peut être admise dans les tronçons où la teneur en oxygène n'est pas trop faible, ce qui est le cas, selon leur opinion, à l'aval de Bâle, et qu'il en résulterait un effet favorable sur les phénomènes d'auto-épuration ; elles ont prévu le refroidissement de la centrale nucléaire de Fessenheim***, en cours de construction, au moyen d'eau courante.

Le problème de la charge thermique du fleuve a été discuté à la Conférence ministérielle sur la pollution du Rhin qui s'est tenue à La Haye les 25 et 26 octobre 1972. La France a maintenu son refus antérieur d'équiper la Centrale de Fessenheim de tours de refroidissement. Cependant, il a été décidé que les centrales thermiques futures seront équipées de systèmes de refroidissement tels qu'ils n'accroissent pas de manière notable la température du Rhin. En ce qui concerne les centrales nucléaires en construction à Fessenheim (France), Phillipsburg (Allemagne) et Biblis (Allemagne) l'augmentation de température qu'elles provoqueront ne devra pas dépasser 2° en juillet et en août ; de plus des mesures des quantités de chaleur communiquées au fleuve par ces trois centrales seront effectuées.

* Cette centrale sera réalisée en 2 tranches : 870 MWe et 1740 MWe.

** Cette centrale sera réalisée en 2 tranches : 1200 MWe et 2400 MWe.

*** Cette centrale sera réalisée en 2 tranches égales de 950 MWe ; l'augmentation maximale de température qu'elle provoquera à pleine puissance est estimée par la Communauté de travail des Länder pour la salubrité du Rhin à 3°10 ; mais les spécialistes français estiment que cette augmentation ne dépassera pas 2° (il s'agirait d'une élévation de température moyenne sur une période de l'ordre du mois, qui serait atteinte environ une année sur dix).

Références bibliographiques
du Chapitre III

- (1) Attorney Général HARMON, cité par DESPAX M., 1968 : La pollution des eaux et ses problèmes juridiques (ouvrage) et par MANNER E.J., 1963 : la pollution des eaux en Droit international : Quelques aspects de la protection des eaux contre la pollution, OMS, Cahiers de la Santé publique, n° 13.
- (2) BRIGGS, 1952 : The law of nations, cité par MANNER E.J. (Référence n° 1 ci-dessus).
- (3) SAUSER-HALL G., 1953 : L'utilisation industrielle des fleuves internationaux. Recueil des cours de l'Académie de Droit international de LA HAYE, t. II, cité par DESPAX M. (Référence n° 1 ci-dessus).
- (4) Déclaration adoptée par l'Institut de Droit International, Congrès de MADRID, 1911 : Règlementation internationale des cours d'eau internationaux au point de vue de leurs forces motrices et de leur utilisation industrielle et agricole, citée par MANNER E.J. (Référence n° 1 ci-dessus).
- (5) FISCHERHOF H., 1963 : La notion de responsabilité pour dommages causés par la pollution des eaux en Droit national et en Droit international : Quelques aspects de la protection des eaux contre la pollution, OMS, Cahiers de la Santé publique, n° 13.
- (6) KLASSEN C.W., 1963 : L'agence de protection des eaux contre la pollution : Dispositions législatives, organisation administrative, pouvoir de règlementation et personnel. Quelques aspects de la protection des eaux contre la pollution, OMS, Cahiers de la Santé publique n° 13.
- (7) BOERSMA, 11 novembre 1970 : Rapport au Parlement européen sur la lutte contre la pollution des eaux fluviales et notamment des eaux du Rhin.

- (8) Commission des Communautés européennes, 22 mars 1970 : Communication de la Commission au Conseil sur un programme des Communautés européennes en matière d'environnement, document SEC (72) 666.
- (9) VIVIER P., Août-Septembre 1963 : L'application du contrôle de la pollution industrielle des voies d'eau, CEBEDEAU.
- (10) Nations Unies, 1966 : Résolution 10 (XXI) : Déclaration de principe de la Commission économique pour l'Europe sur la lutte contre la pollution des eaux.
- (11) LAMBERTS J.H., 25-27 septembre 1971 : A reply from the Netherlands on the report by our italian colleague-parliamentarians on water pollution. Conférence interparlementaire européenne sur la pollution des eaux.
- (12) Réponse du Ministre du développement industriel et scientifique - mars 1972 - Journal Officiel de la République française ; édition des débats parlementaires.
- (13) Commission des Communautés européennes, 4 Janvier 1971 : Considérations sur la pollution thermique des rivières causée par les Centrales électriques thermiques dans les pays de la CEE, document XV/115/1/71.
- (14) FOX C.J.J., 1909 : (Recherches sur la solubilité de l'oxygène dans l'eau) Trans. Faraday Soc., 5, 68, cité par TRUESDALE G.A., DOWNING A.L. et LOWDEN G.F., 1955 : The solubility of oxygen in pure water and sea-water. J. Appl. chem., 5, February.
- (15) TREMBLEY F.J., 1960 et 1961 et ROSS F.F., 1959 : cités par LEYNAUD G., 1967 : Les pollutions thermiques. Influence de la température sur la vie aquatique. Bulletin Technique d'Information, n° 224.
- (16) CHRIST W., 1963 : L'évaluation des dommages économiques causés par la pollution des eaux. Quelques aspects de la protection des eaux contre la pollution, OMS, Cahiers de la Santé publique, n° 13.

- (17) LEYNAUD G., 1967 : Référence mentionnée précédemment (n° 15).
- (18) Arbeitsgemeinschaft der Länder zur Reinhaltung des Rheins.
Oktober 1971 : Wärmelastplan Rhein - Aaremündung bis holländische
Grenze - 2. Auflage.
-

CONCLUSIONS

L'examen de l'évolution de la composition des eaux du Rhin au cours du temps amène à conclure à une aggravation marquée de la pollution. Les efforts accomplis en vue de lutter contre cette dernière se révèlent donc insuffisants.

Pour aboutir à une diminution importante des déversements de substances polluantes, il faudra développer très largement la construction de stations d'épuration urbaines et industrielles et utiliser des procédés industriels non, polluants ou faiblement polluants.

La création d'une Agence du bassin du Rhin permettrait d'organiser la lutte contre la pollution d'une manière rationnelle et efficace. Rappelons à cet égard les propositions présentées par M. BOERSMA au nom de la Commission des affaires sociales et de la santé publique du Parlement européen (1970), par les Services néerlandais de distribution d'eau du Rhin (1972) et par le Gouvernement français à la Conférence ministérielle de LA HAYE (1972). Remarquons que l'adoption d'une formule telle que celle d'une Fédération d'agences de bassin nationales pourrait, éventuellement, être envisagée pour une période limitée, à l'issue de laquelle les Etats participants pourraient reconsidérer le problème en bénéficiant de l'expérience acquise.

Parmi les tâches essentielles à confier à l'Agence de bassin on relève plus spécialement celles qui consisteraient à établir le programme d'assainissement des eaux du bassin rhénan, à fixer des objectifs de qualité à atteindre, après avoir procédé, en collaboration avec la Commission internationale, à un inventaire complet de la qualité des eaux du fleuve et de ses affluents, et à fixer le montant des redevances à verser à l'Agence par les pollueurs (Au sujet de la qualité des eaux, il faut souligner en outre la nécessité d'objectifs nationaux pour ce qui est relatif aux tâches propres à chacun des Etats intéressés).

Il est indispensable que les Etats intéressés arrêtent de concert les mesures relatives à l'organisation de la lutte contre la pollution du Rhin. Les décisions prises lors de la Conférence ministérielle de LA HAYE sont très importantes à cet égard.

En ce qui concerne la Commission internationale, la Conférence a estimé qu'il convenait que cet organisme étudie l'amélioration de ses propres conditions de travail et établisse un programme d'action global à long terme comportant des priorités.

Au sujet de l'examen de différents problèmes spécifiques par la Conférence, les principales observations à présenter sont les suivantes :

- Pollution par le sel : décision relative au stockage d'une quantité de sels résiduels des Mines de Potasse d'Alsace correspondant à 60 kg/s d'ions chlore et répartition des frais entre les Etats-Membres ; contrôle des rejets de sel provenant des affluents ; recherche d'une limitation des divers rejets.
- Pollution thermique : décision concernant l'abandon du système de refroidissement des centrales nucléaires par l'eau du fleuve (utilisation de "tours de refroidissement") ; étude du cas des centrales en cours de construction.
- Pollution due à différentes substances chimiques : les problèmes soulevés par la présence de nitrates, de phosphates, et de sels de métaux lourds seront étudiés par la Commission internationale.

Parmi les autres mesures que nous considérons comme recommandables en vue de lutter efficacement contre la pollution, nous pouvons citer celles qui se rapportent :

- à l'harmonisation des dispositions législatives et réglementaires (il s'agirait, entre autres, des dispositions portant sur la décharge de matières polluantes et sur la prévention de la pollution).
- au contrôle des décharges polluantes.

- au choix des sites d'implantation des établissements industriels.
- au choix des techniques de fabrication.
- aux recherches scientifiques à effectuer dans le domaine de la lutte contre la pollution dans le bassin rhénan : en cette matière .notamment la collaboration entre les Etats est des plus souhaitables.

Il ne semble pas possible actuellement de fixer le délai nécessaire à l'obtention d'une qualité des eaux satisfaisante ; la tâche à accomplir sera de longue durée. Lorsque l'inventaire de la pollution aura été effectué, il conviendra de déterminer les étapes successives de l'amélioration recherchée, la première de celles-ci correspondant à l'arrêt de l'augmentation de la pollution.

ANNEXE N° 1

Principes relatifs à la protection de l'eau présentés par
différents organismes internationaux :

1 - Résolution n° 10 (XXI) de la Commission Economique pour
l'Europe des Nations Unies (1966) :

Cette Commission économique, ayant reconnu la nécessité de la coopération internationale en ce qui concerne la lutte contre la pollution des eaux dans les pays membres et tenant compte de l'action de différents organismes internationaux et de l'avis des experts gouvernementaux, a adopté des principes qui peuvent être brièvement résumés ainsi qu'il suit :

La lutte contre la pollution des eaux, qui relève des pouvoirs publics, est inséparable de la politique hydraulique générale ; elle doit permettre l'utilisation des eaux sous ses différents aspects. Une politique à long terme doit être adoptée.

La création de différents organismes est souhaitable à différents échelons (en particulier celle d'agences de bassins).

Le rejet de matières polluantes dans les eaux superficielles ou souterraines doit être interdit sans autorisation préalable. Les rejets ne devront être autorisés que dans la mesure où la santé humaine ne sera pas menacée. De plus, la répression des infractions devra être effective.

La construction d'installations permettant l'élimination des déchets et l'épuration des eaux usées devra être encouragée. Il faudra promouvoir également la mise en oeuvre de procédés industriels aussi peu polluants que possible et favoriser les recherches concernant la pollution des eaux.

Une action d'information du public doit être entreprise.

La coopération des Etats intéressés par une même unité hydrographique devrait se matérialiser par la conclusion d'accords en matière de pollution des eaux, de manière à maintenir les niveaux de qualité indispensables, ainsi que par une collaboration en matière d'information et de recherche.

2 - Charte préparée par le Comité Européen pour la sauvegarde de la nature et des ressources naturelles du Conseil de l'Europe :

Cette Charte a été élaborée en 1965 en tenant compte de la Résolution n° 10 de la Commission économique pour l'Europe des Nations Unies relative au contrôle de la pollution de l'eau et des normes européennes de l'eau de boisson établies par l'Organisation mondiale de la santé. Elle est basée en particulier :

- sur la prise en considération de la dégradation croissante des ressources naturelles, parmi lesquelles l'eau tient une place prépondérante ;
- sur la nécessité de prendre des mesures en vue de la conservation qualitative et quantitative des ressources en eau (en raison de l'accroissement des besoins) ;
- sur le fait qu'une action collective est nécessaire sur le plan européen et qu'une Charte de l'eau constitue un moyen d'action efficace pour une meilleure compréhension des problèmes.

Les douze principes qui constituent cette Charte sont les suivants :

- I. Il n'y a pas de vie sans eau. C'est un bien précieux, indispensable à toutes les activités humaines.
- II. Les ressources en eau ne sont pas inépuisables.
Il est nécessaire de les préserver, de les contrôler et, si possible, de les accroître.
- III. Altérer la qualité de l'eau, c'est nuire à la vie de l'homme et des autres êtres vivants qui en dépendent.
- IV. La qualité des eaux doit être préservée à des niveaux adaptés à l'utilisation qui en est prévue et doit notamment satisfaire aux exigences de la santé publique.
- V. Lorsque l'eau, après utilisation, est rendue au milieu naturel, elle ne doit pas compromettre les usages qui seront faits de celui-ci.

- VI. Le maintien d'un couvert végétal approprié, de préférence forestier, est essentiel pour la conservation des ressources en eau.
- VII. Les ressources en eau doivent faire l'objet d'un inventaire.
- VIII. La bonne gestion de l'eau doit faire l'objet d'un plan arrêté par les autorités compétentes.
- IX. La sauvegarde de l'eau implique un effort important de recherche scientifique, de formation technique de spécialistes et d'information publique.
- X. L'eau est un patrimoine commun dont la valeur doit être reconnue de tous. Chacun a le devoir de l'économiser et de ne pas la polluer.
- XI. La gestion des ressources en eau doit s'inscrire dans le cadre du bassin naturel plutôt que dans celui des frontières administratives et politiques.
- XII. L'eau n'a pas de frontières. C'est une ressource commune qui nécessite une coopération internationale.

On voit que les principes énoncés sont d'une très grande importance ; les uns sont d'ordre général, alors que d'autres concernent directement les mesures à prendre en vue de protéger l'eau en quantité et en qualité. Il convient en particulier de souligner ce qui se rapporte à la nécessité d'une coopération internationale et à la prise en considération des bassins naturels.

3 - Avant-projet de la Convention établi par le Secrétariat général du Conseil de l'Europe (Direction des Affaires Juridiques).

Cet avant-projet, datant d'octobre 1970, est précédé d'un mémoire explicatif dans lequel il est fait référence à la Recommandation n° 555 de l'Assemblée consultative relative à un projet de Convention européenne concernant la protection des eaux douces contre la pollution, ainsi que du Rapport qui l'accompagnait ; ce projet de Convention n'a pas été pris en considération par le Comité des Ministres qui a demandé

au Secrétariat d'élaborer des principes juridiques de base avec l'aide d'experts, en vue de la rédaction d'un projet définitif.

Le Secrétariat, considérant la nécessité d'une action rapide et le caractère international du problème, a estimé que l'avant-projet devait prendre la forme d'une Convention de nature juridique s'appliquant aux bassins de drainage.

L'avant-projet de Convention s'appuie sur différentes considérations et, en particulier, sur la Charte européenne de l'eau (et plus spécialement sur son douzième principe).

Le bassin de drainage international est défini comme une zone géographique s'étendant sur le territoire de deux Etats ou plus et déterminé par les limites de l'aire d'alimentation du réseau hydrographique aboutissant à un point commun.

Les principales dispositions peuvent se résumer ainsi :

- Mesures de protection :

Les Etats prennent toutes les mesures nécessaires en vue de lutter contre la pollution ; des normes de qualité sont fixées dans ce but. Les Etats sont informés des mesures prises par les autres Etats.

- Coopération internationale :

Cette coopération conduit à la création de Commissions internationales pour la protection des eaux ; au cas où de telles Commissions réexisteraient, leurs Statuts pourraient être aménagés. Ces Commissions auront à procéder aux contrôles et recherches nécessaires, à fixer les normes pour les différents usages, à prescrire les mesures de lutte contre la pollution nécessaires (avec l'approbation des Etats) et à étudier le financement des travaux de grande envergure.

- Dommages dus à la pollution des eaux douces :

L'inobservation des normes ou du règlement adoptés en commun entraînerait la responsabilité des Etats qui enfreindraient ainsi la Convention.

- Règlement des différends :

Au cas où un accord ne se réaliserait pas entre les Etats, une procédure de conciliation, puis une procédure d'arbitrage sont prévues.

- **Clauses finales :**

Ces clauses portent principalement sur la mise en vigueur de la Convention et sur l'information des Etats-Membres.

4 - Rapport fait au nom de la Commission des affaires sociales et de la santé publique du Parlement européen sur la lutte contre la pollution des eaux fluviales et notamment des eaux du Rhin (Rapporteur : M. BOERSMA, 4 novembre 1970)

Le rapport comprend une proposition de résolution sur la lutte contre la pollution des eaux fluviales et notamment des eaux du Rhin, suivi d'un exposé des motifs ; il a été adopté à l'unanimité par la Commission des affaires sociales et de la santé publique. Auparavant, l'avis élaboré par M. EOLE au nom de la Commission économique du Parlement européen, qui est joint au Rapport, avait été examiné.

Cette proposition de résolution est d'une très grande importance en ce qui concerne la constatation de la gravité de la pollution du Rhin, de l'insuffisance des mesures prises antérieurement et de la nécessité de décider et d'appliquer les mesures propres à obtenir une amélioration aussi rapide que possible de la situation.

Dans l'exposé des motifs, M. BOERSMA apporte des précisions sur ces divers aspects ; après avoir rappelé différents points particulièrement graves concernant la pollution du Rhin, il indique les mesures prises et les projets élaborés jusqu'à présent par les Etats riverains du Rhin et les organisations internationales. Ces actions ont correspondu à la fois à l'exposé de principes et de vœux d'ordre général (Charte européenne de l'eau en particulier) et à des recommandations portant sur des problèmes précis, tels que les suivants : mesures à adopter pour supprimer les nuisances dues aux détergents, mesures de dépollution à prendre dans les raffineries de pétrole, mesures de sécurité à observer en vue d'éviter les pollutions dues aux oléoducs, nécessité du renforcement de la surveillance et du contrôle en ce qui concerne la pollution et de l'extension du système d'alerte existant, amélioration de la réglementation relative au transport de substances dangereuses sur le Rhin.*

* On sait qu'un nouveau règlement (ADNR), élaboré sous l'égide de la Commission centrale pour la navigation du Rhin est entré en application le 1er janvier 1972 (on pourra consulter à ce sujet le Chapitre II du présent rapport -rubrique n° 4).

Le Rapporteur évoque ensuite les réactions de l'opinion publique devant l'aggravation de la pollution des eaux fluviales. Il indique que, depuis l'empoisonnement du Rhin en 1969 dû au rejet accidentel d'un insecticide (Endosulfan) en quantité importante "l'opinion publique en général et le Parlement européen en particulier ont demandé avec de plus en plus d'insistance que les Communautés européennes prennent, dans ce domaine, des mesures communes". M. BOERSMA fait état à ce sujet des questions de M. VREDELING, de M. BADING, de M. OELE et de M. COUSTE, ainsi que des réponses de la Commission; il indique en particulier que, selon M. OELE, "la Commission est le seul organe qui puisse vraiment prendre des initiatives et soumettre des propositions de règlement dans ce domaine, d'autant plus que le problème ne comporte pas seulement un aspect sanitaire mais naturellement aussi un aspect de politique industrielle".

Les possibilités juridiques d'action des institutions communautaires dans le domaine de la lutte contre la pollution des eaux sont ensuite examinées par le Rapporteur ; en excluant ce qui est dit au sujet de la pollution par des substances radio-actives* ces possibilités se résument ainsi :

- L'article 101 du Traité instituant la Communauté, relatif à l'harmonisation des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats-Membres, est applicable aux distorsions de la concurrence nées de la disparité de ces dispositions. La Commission a non seulement le droit, mais aussi le devoir de présenter des propositions à cet égard.
- Par contre, il ne semble pas que la Commission puisse intervenir dans le cas de l'aggravation des distorsions qui seraient dues à des aides financières (sous diverses formes) accordées aux entreprises par les Etats.
- En vertu des articles 117 et 118 du Traité la Commission a pour mission de promouvoir une collaboration étroite entre les Etats-Membres en vue de "l'amélioration des conditions de vie".

* L'examen de cette pollution n'entre pas dans le cadre de la présente étude ; elle a fait l'objet, en 1968, d'un rapport de la Communauté européenne de l'énergie atomique (référence bibliographique n° 1 du Chapitre I).

- Les articles 2 et 235 du Traité, qui prévoient le développement harmonieux des activités économiques dans l'ensemble de la Communauté sont en tout cas applicables.
- La Commission doit s'efforcer, au moyen de négociations, d'amener la Suisse et l'Autriche à arrêter, elles aussi, des dispositions appropriées (disposition déjà mentionnée dans la Proposition de résolution).

A l'occasion de l'examen de l'avis de la Commission économique, M. BOERSMA apporte des compléments d'informations dont nous extrayons les éléments suivants :

- Au sujet de l'action de la Commission des Communautés européennes, M. BOERSMA note que celle-ci n'a pas craint (à juste titre) d'innover en matière législative dans d'autres domaines, lorsqu'elle estimait que le progrès technique l'imposait ; la Commission des affaires sociales et de la santé publique est convaincue que les mêmes possibilités s'ouvrent à la Commission dans le cas présent.
- Ainsi que le pense la Commission des Communautés européennes, il aurait été plus judicieux d'inclure dans les traités européens des dispositions précises sur l'hygiène du milieu ; le traité de fusion devra combler cette lacune.
- La Commission des affaires sociales et de la santé publique estime que la Commission des Communautés européennes est parfaitement compétente pour faire office d'organisme exécutif dans la lutte contre la pollution des eaux de la Communauté, mais il lui appartient de juger elle-même si elle dispose, à cet effet, des moyens nécessaires.
- L'harmonisation des dispositions législatives, administratives et réglementaires devra se fonder sur trois principes :
 - La réglementation, de caractère obligatoire, doit être défendable aussi bien, du point de vue de l'hygiène du milieu que du point de vue de l'économie ;
 - Les responsables de la pollution de l'eau supportent financièrement les dommages causés ;
 - Chaque pays s'engage à ne pas polluer l'eau du Rhin de façon telle que les pays situés en aval en subissent de graves préjudices.

- En vue de faire obstacle à la pollution, les Etats instaureront des interdictions et des mesures restrictives et/ou des taxes qui frapperont les responsables de cette pollution ; le produit de ces taxes servira à la mise en oeuvre de mesures techniques contre la pollution.

Au sujet des industries nouvelles, on devra instaurer une interdiction de pollution des eaux (assortie d'une autorisation de se débarrasser, contre paiement d'une redevance, des déchets susceptibles de dégradation).

5 - Résolution du Parlement européen du 16 décembre 1971 concernant la lutte contre la pollution des eaux fluviales et notamment des eaux du Rhin :

Il nous paraît utile de donner le texte complet de cette résolution, qui est très importante :

Le Parlement européen ,

- inquiet des menaces toujours croissantes pesant sur l'environnement,
 - gravement préoccupé par la pollution croissante des eaux fluviales et plus particulièrement des eaux du Rhin,
 - rappelant sa résolution en date du 11 novembre 1970 (rapport Boersma, doc. 161/70),
1. souligne à nouveau que la lutte contre la pollution du Rhin ne peut être efficace que si les Etats riverains la mènent en commun ;
 2. demande à la Commission de la Communauté de tout mettre en oeuvre pour que soient développés et coordonnés les travaux des Etats riverains en vue de la protection du Rhin ;
 3. insiste sur la nécessité pour la Communauté de travailler dans ce domaine en étroite collaboration avec la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution créée par l'Accord de Berne du 29 avril 1963 ;
 4. estime, à cet égard, qu'il est indispensable que la Commission des Communautés négocie avec les signataires de l'Accord de Berne les modalités d'une participation active aux travaux de la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution et souligne la nécessité d'un élargissement des compétences de cette commission ;

5. charge la commission compétente de suivre cette affaire et d'examiner attentivement quant à leurs aspects institutionnels les propositions faites dans ce cadre ;
6. charge son président de transmettre la présente résolution et le compte-rendu des débats qui lui auront été consacrés au Conseil de l'Europe, aux parlements des Etats membres et à la Confédération helvétique, en les invitant à lui faire connaître leur point de vue en la matière ;
7. charge son président de transmettre la présente résolution au Conseil et à la Commission des Communautés européennes.

Annexe n° 2

CONFERENCE MINISTERIELLE DE LA HAYE

25 et 26 octobre 1972

PROPOSITION FRANÇAISE

Dans le cadre des réformes envisagées pour la structure et les méthodes de travail de la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution, le Gouvernement français propose que les Etats riverains du Rhin étudient la possibilité de créer une Fédération des agences de bassin du Rhin.

Il existe en effet, en droit ou en fait dans la plupart des Etats riverains, des organismes chargés d'étudier la nature de la pollution et de proposer les méthodes de lutte appropriées.

Une coordination de ces politiques dans un cadre juridique qui serait ultérieurement défini, permettrait d'élaborer avec plus d'efficacité une action commune des Etats concernés par la lutte contre la pollution du Rhin.

Le Gouvernement français considère, pour sa part, que le cadre de cette concertation devrait demeurer suffisamment souple pour être efficace.

Une Fédération des organismes nationaux existants ou à créer, lui paraît constituer une approche empirique aux problèmes complexes qui sont en l'occurrence posés.

Sur la base de ce principe, les objectifs et les modalités de fonctionnement d'une Fédération des Agences de bassin pourraient être les suivants :

I. OBJECTIFS

1. La Fédération des agences de bassin étudierait, en liaison ou sous l'autorité de la Commission Internationale, la qualité des eaux du fleuve et de ses affluents. Elle définirait à cet égard des paramètres de qualité des eaux, des méthodes d'analyse et des critères de classement communs. La Fédération des Agences déterminerait également l'importance, la nature et la localisation des prélèvements et des rejets dans le Rhin.

2. Cet organisme aurait la charge de définir, en accord avec la Commission, les objectifs de qualité sur l'ensemble du fleuve.

3. La Fédération définirait une programmation des investissements nécessaires pour atteindre les objectifs de qualité ainsi fixés. Ce programme indiquerait les ordres d'urgence, le calendrier de réalisation et le choix des ouvrages à construire.

4. La Fédération des Agences de bassin proposerait enfin une clé de répartition des dépenses et, après accord de la Commission, prendrait en charge le financement international du programme commun d'investissement.

II. MODALITES DE FONCTIONNEMENT.

1. La Fédération des Agences de bassin compléterait les politiques nationales de lutte contre la pollution du Rhin menées par les différents Etats. A cet égard, il serait nécessaire de différencier les ouvrages d'intérêt commun des ouvrages n'intéressant que chacun des pays. Il paraît en effet indispensable de distinguer les problèmes de pollution à incidence nationale des autres : la programmation des ouvrages pour résoudre chaque série de problèmes doit donc rester distincte, ainsi que leur financement.

Chaque pays définirait ainsi une programmation nationale, tandis que la Fédération d'Agences établirait de son côté une programmation des ouvrages d'intérêt commun avec un ordre de priorité et un calendrier.

La confrontation des différents programmes permettrait de déterminer, au sein de la Commission internationale, les actions à entreprendre sur le plan international.

2. Les modalités de financement des ouvrages communs devraient résulter du principe de solidarité liant les pays riverains. La répartition de la charge financière entre les divers Etats tiendrait compte de l'origine de la pollution, ainsi que des avantages que chacun des pays tirerait d'une amélioration de la qualité des eaux.

x
x x

La forme juridique et les rapports de cet organisme avec la Commission, devraient faire l'objet d'une étude approfondie de la part de la Commission Internationale.

oy. = Moyennes annuelles
 in. = Minimums annuels
 ax. = Maximums annuels

en m³/s

Tableau n° 1 a

RHEN
 Débit
 Période 1959 -- 1962

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

		Stein am Rhein	Kembs	Seltz	Braubach	Emmerich/ Lobith	Gorinchem	Vreeswijk	Kampen	Gorinchem +Vreeswijk +Kampen
959	Moy.	279	780	960	1157	1553	1098	271	184	1554
	Min.	140	362	450	543	758	576	112	57	745
	Max.	526	1387	2270	1996	3133	2210	613	485	3249
960	Moy.	388	1123	1306	1549	2169	1571	410	392	2273
	Min.	168	635	720	898	1092	895	213	130	1238
	Max.	654	2317	2530	2360	4718	3247	934	660	4841
961	Moy.	325	954	1203	1606	2486				
962	Moy.	302	924	1160	1468	2135				

Moy. = Moyennes annuelles
 Min. = Minimums annuels
 Max. = Maximums annuels

RHIN
Débit
 Période 1963-1966

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 1 b

Années	Stein am Rhein	Kembs	Seltz	Braubach	Emmerich/ Lobith	Gorinchem	Vreeswijk	Kampen	Gorinchem +Vreeswijk +Kampen	
1963	Moy.	345	1044	1171	1465	1803	1297	327	224	1847
	Min.	112	431	380	541	860	608	138	67	826
	Max.	584	1590	1920	2210	3485	3340	963	659	4962
1964	Moy.	287	692	915	1089	1532	1036	262	173	1471
	Min.	148	387	520	665	850	627	154	82	863
	Max.	515	1550	1690	2130	3165	2070	570	386	3026
1965	Moy.	445	1356	1724	2334	3188	2127	569	399	3094
	Min.	165	492	660	940	1315	914	240	151	1305
	Max.	951	2310	2860	4470	7365	4250	1160	977	6387
1966	Moy.	447	1270	1664	2070	3192	2099	582	421	3102
	Min.	257	615	840	1020	1350	923	241	158	1322
	Max.	766	2080	2440	4020	7185	4840	1450	932	7222

Moy. = Moyennes annuelles
 Min. = Minimums annuels
 Max. = Maximums annuels

RHIN
 Débit
 Période 1967-1970

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 1 c

Années	Stein am Rhein	Kembs	Seltz	Braubach	Emmerith/ Lobith	Gorinchem	Vreeswijk	Kampen	Gorinchem +Vreeswijk +Kampen	
1967	Moy.	427	1130	1420	1800	2580	1740	470	326	2540
	Min.	193	510	710	950	1460	1160	289	188	1580
	Max.	767	1760	2480	3390	6600	4380	1270	875	6520
1968	Moy.	396	1220	1610	2010	2960	1860	520	363	2740
	Min.	189	450	700	870	1330	860	226	151	1240
	Max.	571	2200	3600	3660	7130	3620	1046	739	5400
1969	Moy.	311	957	1300	1690	2350	1610	442	302	2350
	Min.	174	474	620	770	1010	692	181	91	970
	Max.	547	1730	2610	3570	5260	3280	918	690	4890
1970	Moy.	471	1470	1740	2380	3150	2040	570	394	3000
	Min.	172	600	760	960	1310	885	211	150	1280
	Max.	830	2350	2980	5790	6980	4290	1240	802	6330

Moy. = Moyennes annuelles
 Min. = Minimums annuels
 Max. = Maximums annuels

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 2 a

RHIN
Oxygène dissous
Période 1959-1964

		Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/Lobith	
		mg/l	% satur.	mg/l	% satur.	mg/l	% satur.	mg/l	% satur.	mg/l	% satur.
1959	Moy.	10,3	101	9,4	90	8,6	82	6,3	60	5,9	57
	Min.	8,1	74	7,3	76	6,6	65	3,7	34	3,4	38
	Max.	12,3	131	12,6	104	11,8	96	10,7	83	10,7	83
1960	Moy.	10,6	102	10,6	101	9,3	89	6,2	58	6,2	58
	Min.	8,3	87	8,9	85	7,4	76	3,5	38	3,5	39
	Max.	13,1	125	12,6	119	12,0	109	8,9	77	9,9	76
1961	Moy.	10,4	103	10,2	98	9,0	89	5,7	53	6,1	57
1962	Moy.	10,9	104	10,3	95	9,0	83	6,2	56	6,0	55
1963	Moy.	10,7	102	10,0	96	8,9	83	5,6	52	5,6	51
	Min.	8,1	85	6,9	65	7,4	69	3,1	24	2,5	27
	Max.	12,9	135	11,9	114	12,0	99	9,0	75	10,1	80
1964	Moy.	10,5	100	9,6	90	9,1	83	5,0	46	5,4	50
	Min.	6,3	63	6,9	78	7,8	64	2,6	27	1,4	17
	Max.	12,7	123	11,4	107	10,8	108	9,3	78	9,0	76

Moy. = Moyennes annuelles
Min. = Minimums annuels
Max. = Maximums annuels

D'après les tableaux numériques publiés
par la Commission Internationale pour la
protection du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 2 b

RHIN
Oxygène dissous
Période 1965-1970

		Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/lobith	
		mg/l	% satur.	mg/l	% satur.	mg/l	% satur.	mg/l	% satur.	mg/l	% satur.
1965	Moy.	11,3	105	11,3	104	8,8	82	6,3	58	6,6	60
	Min.	8,8	85	8,6	82	7,7	70	3,0	28	3,8	38
	Max.	14,2	138	13,1	123	10,4	99	9,9	81	10,5	90
1966	Moy.	10,7	100	11,0	99	8,5	78	6,4	56	6,7	60
	Min.	8,3	82	7,7	80	5,8	62	2,4	25	2,8	29
	Max.	13,2	123	13,9	110	9,6	96	11,3	84	11,2	86
1967	Moy.	11,0	103	10,7	98	8,9	83	5,9	53	6,4	58
	Min.	8,0	80	8,3	80	7,4	62	2,2	21	2,5	25
	Max.	15,2	136	13,8	114	11,2	110	10,4	79	11,0	85
1968	Moy.	10,8	99	10,6	98	8,6	79	6,1	55	5,9	52
	Min.	8,0	80	8,3	84	7,1	62	4,2	36	2,0	22
	Max.	15,0	136	13,0	109	11,0	100	10,1	74	10,8	84
1969	Moy.	11,0	102	10,0	93	8,2	77	4,8	43	5,1	45
	Min.	7,4	70	8,0	77	6,9	61	1,6	15	1,6	17
	Max.	13,5	141	11,7	109	9,3	100	8,0	63	8,8	68
1970	Moy.	11,6	104	11,6	106	8,2	74	5,9	53	5,9	52
	Min.	10,0	85	9,0	77	7,2	62	3,3	30	2,8	29
	Max.	13,6	125	14,2	129	9,3	88	10,3	79	10,2	80

Moy. = Moyennes annuelles
 Min. = Minimums annuels
 Max. = Maximums annuels

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 3 a RHIN
Demande biochimique en oxygène (5 jours)
Période 1959-1964

		Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1959	Moy.							6,1	6,7	7,8	11,0
	Min.							2,9	3,1	4,8	5,4
	Max.							11,7	9,6	11,1	18,0
1960	Moy.							5,4	8,0	6,7	13,5
	Min.							3,3	4,6	4,3	8,1
	Max.							11,0	11,9	10,6	20,3
1961	Moy.							5,6	8,9	6,3	15,1
1962	Moy.	2,2	0,8	3,1	2,9	2,6	3,3	6,0	8,6	7,2	14,2
	Min.	0,6	0,1	0,8	0,5	0,4	0,5				
	Max.	3,6	1,7	5,4	7,6	7,4	12,6				
1963	Moy.	1,7	0,5	3,2	3,2	2,2	2,4	6,3	8,4	7,2	12,1
	Min.	0,3	0,1	0,4	0,4	0,6	0,8	3,1	4,2	3,2	5,5
	Max.	4,2	1,7	8,2	7,9	4,9	5,1	16,1	16,0	11,9	18,8
1964	Moy.	2,2	0,6	3,6	2,4	2,3	2,0	7,2	7,3	8,7	12,6
	Min.	0,2	0,0	1,6	1,1	0,9	0,7	4,0	4,2	4,9	7,0
	Max.	9,4	3,2	7,2	6,2	4,7	3,6	11,5	13,0	12,8	19,1

Moy. = Moyennes annuelles
 Min. = Minimums annuels
 Max. = Maximums annuels

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 3 b

RHIN
Demande biochimique en oxygène (5 jours)
Période 1965 - 1970

		Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1965	Moy.	2,5	1,1	3,5	4,7	1,7	2,7	6,0	13,5	7,2	22,5
	Min.	1,0	0,2	1,9	1,3	0,3	0,4	2,4	2,9	4,3	10,2
	Max.	4,9	2,9	7,3	8,7	4,5	6,4	15,3	33,8	10,2	57,4
1966	Moy.	2,0	0,9	3,2	4,1	1,2	2,0	7,3	14,8	7,8	24,8
	Min.	0,8	0,2	1,4	1,0	0,3	0,2	4,4	5,8	4,8	12,2
	Max.	4,4	2,8	4,8	8,7	2,3	5,6	19,9	41,8	11,8	60,8
1967	Moy.	2,2	1,0	3,3	3,7	1,2	1,7	6,3	11,5	6,9	17,3
	Min.	0,3	0,1	1,8	1,2	0,4	0,6	3,6	5,5	3,8	10,5
	Max.	6,0	2,4	5,2	8,9	2,3	4,0	10,6	23,4	10,4	48,8
1968	Moy.	2,1	0,8	4,0	4,8	1,2	2,1	6,9	13,5	6,9	19,4
	Min.	1,0	0,3	2,4	1,7	0,2	0,2	3,2	5,2	3,0	9,4
	Max.	6,0	2,4	6,8	10,1	2,6	9,4	11,3	25,7	11,0	44,2
1969	Moy.	2,1	0,7	4,8	4,6	1,1	1,2	7,8	13,1	8,4	18,4
	Min.	1,0	0,2	2,8	1,6	0,1	0,2	3,8	4,1	5,6	9,5
	Max.	3,4	1,8	7,8	8,7	4,0	2,7	11,9	35,7	11,8	43,1
1970	Moy.	2,6	1,2	6,3	9,1	0,7	1,1	6,6	14,9	7,0	20,4
	Min.	0,5	0,2	3,7	3,4	0,1	0,1	3,8	4,9	3,9	11,6
	Max.	5,2	3,0	10,6	22,0	1,2	2,3	11,6	44,0	11,4	45,7

oy.=Moyennes annuelles
 in.=Minimums annuels
 ax.=Maximums annuels

D'après les tableaux numériques publiés par
 la Commission Internationale pour la protec-
 tion du Rhin contre la pollution.

Tableau n° 4 RHIN
 Oxydabilité au permanganate de potassium
 (exprimée en oxygène)
 Période 1959 - 1970

		Braubach		Emmerich-Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1959	Moy.	13	14	11	15
	Min.	8	9	6	10
	Max.	25	19	18	23
1960	Moy.	12	18	10	21
	Min.	8	14	7	14
	Max.	18	26	18	38
1961	Moy.	12		9	
1962	Moy.	16		14	
1963	Moy.	14	19	14	23
	Min.	10	13	8	14
	Max.	34	29	29	41
1964	Moy.	18	18	16	23
	Min.	10	12	11	15
	Max.	28	26	20	54
1965	Moy.	10	21	11	34
	Min.	6	13	7	16
	Max.	16	37	15	98
1966	Moy.	10	19	10	33
	Min.	6	12	7	15
	Max.	12	32	14	99
1967	Moy.	11	18	10	24
	Min.	6	14	6	18
	Max.	17	25	14	47
1968	Moy.	11	22	10	29
	Min.	8	12	7	19
	Max.	16	34	15	85
1969	Moy.	13	21	11	26
	Min.	9	12	8	13
	Max.	17	50	16	71
1970	Moy.	10	22	10	33
	Min.	7	11	7	16
	Max.	15	10	10	25

moy.=Moyennes annuelles
 min.=Minimums annuels
 max.=Maximums annuels

RHIN
Ions Ammonium (NH₄⁺)
Période 1959 - 1970

D'après les tableaux
 numériques publiés par
 la Commission Interna-
 tionale pour la prote-
 tion du Rhin contre la
 pollution.

Tableau n° 5

		Braubach		Emmerich-Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1959	Moy.	0,9	0,9	2,3	2,9
	Min.	0,3	0,4	0,7	1,5
	Max.	2,2	1,4	4,9	4,4
1960	Moy.	0,7	1,0	1,6	3,3
	Min.	0,2	0,4	0,8	2,0
	Max.	1,4	1,5	3,0	6,4
1961	Moy.	0,8		1,5	
1962	Moy.	1,1		2,4	
1963	Moy.	1,2	1,5	2,7	4,1
	Min.	0,5	0,8	1,3	2,1
	Max.	4,5	2,9	6,6	6,1
1964	Moy.	1,4	1,4	3,2	4,6
	Min.	0,7	0,7	1,3	2,4
	Max.	2,7	3,1	5,8	8,2
1965	Moy.	0,8	1,6	1,8	4,9
	Min.	0,3	0,9	0,9	2,7
	Max.	2,1	4,4	3,7	8,0
1966	Moy.	0,7	1,3	1,5	4,5
	Min.	0,1	0,2	0,8	2,0
	Max.	1,5	3,7	2,9	8,8
1967	Moy.	0,8	1,3	1,5	3,6
	Min.	0,4	0,6	0,8	1,6
	Max.	1,8	2,4	2,4	7,7
1968	Moy.	0,8	1,5	1,5	3,9
	Min.	0,4	0,7	0,7	2,1
	Max.	1,6	2,4	3,5	7,1
1969	Moy.	1,1	1,6	2,3	4,4
	Min.	0,1	0,3	0,8	1,9
	Max.	2,3	2,9	5,4	7,3
1970	Moy.	1,0	1,9	1,6	4,6
	Min.	0,1	0,2	0,4	1,2
	Max.	2,2	2,5	2,2	4,2

oy.=Moyennes annuelles
 in.=Minimums annuels
 ax.=Maximums annuels

RHIN

Nitrates (NO₃⁻)

Périodes 1959-1960 et 1963-1970

D'après les tableaux
 numériques publiés par
 la Commission Internationale
 pour la protection du Rhin contre
 la pollution.

Tableau n° 6

		Braubach		Emmerich-Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1959	Moy.	4,9	5,7	8,4	13,2
	Min.	2,3	2,5	5,8	6,2
	Max.	8,4	13,8	11,5	35,7
1960	Moy.	4,9	7,2	8,4	18,4
	Min.	2,8	1,2	6,0	9,7
	Max.	8,3	16,1	11,7	44,8
1963	Moy.	5,9	8,7	10,3	18,7
	Min.	3,2	3,0	6,9	9,4
	Max.	11,3	24,5	14,6	43,4
1964	Moy.	5,2	5,8	10,7	16,3
	Min.	2,4	1,6	7,2	9,0
	Max.	9,9	17,5	16,2	40,3
1965	Moy.	5,7	13,0	10,1	31,8
	Min.	2,5	5,7	6,7	13,4
	Max.	8,0	26,8	15,8	74,2
1966	Moy.	5,6	11,6	9,4	29,7
	Min.	3,4	4,2	6,8	14,2
	Max.	9,9	26,3	13,7	85,9
1967	Moy.	7,0	12,3	10,7	27,4
	Min.	3,8	7,3	8,8	14,3
	Max.	11,2	22,4	15,6	65,3
1968	Moy.	9,1	18,2	11,5	34,0
	Min.	5,4	7,8	7,0	19,8
	Max.	13,8	35,5	15,2	88,4
1969	Moy.	8,4	14,8	11,3	26,9
	Min.	3,4	2,6	8,8	8,9
	Max.	13,8	43,6	14,2	65,2
1970	Moy.	8,3	19,1	11,7	37,5
	Min.	5,1	8,3	8,2	14,7
	Max.	14,0	52,0	15,4	97,0

Moy.=moyennes annuelles
 Max.=Maximums annuels
 Min.=Minimums annuels

mm
 Phosphates (PO_4^{---})
 Période 1959-1970

Tableau n° 7

		Braubach		Emmerich-Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1959	Moy.	0,30	0,33	0,26	0,36
	Min.	0,13	0,14	0,12	0,10
	Max.	0,54	0,57	0,58	0,67
1960	Moy.	0,42	0,64	0,33	0,69
	Min.	0,25	0,36	0,20	0,37
	Max.	0,63	0,93	0,57	1,19
1961	Moy.	0,48		0,36	
1962	Moy.	0,47		0,35	
1963	Moy.	0,62	0,88	0,46	0,78
	Min.	0,42	0,23	0,30	0,39
	Max.	0,97	1,69	0,80	1,43
1964	Moy.	0,66	0,72	0,57	0,86
	Min.	0,25	0,23	0,26	0,35
	Max.	1,06	1,64	0,88	1,60
1965	Moy.	0,65	1,42	0,49	1,52
	Min.	0,34	0,68	0,29	0,64
	Max.	1,28	2,83	0,67	3,31
1966	Moy.	0,54	1,04	0,46	1,42
	Min.	0,31	0,72	0,29	0,74
	Max.	1,03	1,35	0,65	4,12
1967	Moy.	0,65	1,09	0,52	1,30
	Min.	0,39	0,88	0,32	0,72
	Max.	1,05	1,33	0,80	2,11
1968	Moy.	0,64	1,24	0,50	1,43
	Min.	0,38	0,62	0,31	0,64
	Max.	1,00	1,70	0,74	2,67
1969	Moy.	0,81	1,22	0,68	1,46
	Min.	0,46	0,85	0,38	0,77
	Max.	1,42	1,66	1,14	2,68
1970	Moy.	0,69	1,37	0,56	1,59
	Min.	0,17	0,44	0,24	0,73
	Max.	1,32	2,76	1,09	3,13

D'après les tableaux numériques publiés

Moy.=Moyennes annuelles
Min.=Minimums annuels
Max.=Maximums annuels

Ions Sulfate (SO₄⁻⁻⁻)
Période 1960-1970

Tableau n° 8

		Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/Lobith	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1960 ⁽¹⁾	Moy.	32	9	26	19					69 ⁽²⁾	165 ⁽²⁾
	Min.	30	5	20	10					56	123
	Max.	35	17	29	40					88	269
1961	Moy.	34	11	28	26	28	32	62	97	78	183
1962	Moy.	34	10	27	24	38	41	62	84	86	162
1963	Moy.	32	11	26	26	38	44	55	76	82	137
	Min.	22	4	15	15	24	15	38	48	54	102
	Max.	38	20	39	44	134	192	89	107	129	216
1964	Moy.	34	10	30	21	44	40	66	68	102	147
	Min.	24	5	26	10	7	5	45	45	63	97
	Max.	38	18	37	41	76	109	89	106	145	279
1965	Moy.	32	14	28	36	36	58	58	127	75	221
	Min.	22	6	20	17	23	33	39	66	51	128
	Max.	38	31	35	70	63	142	95	210	104	376
1966	Moy.	32	14	25	31	28	44	58	117	71	214
	Min.	28	7	22	17	13	24	42	69	52	137
	Max.	35	24	29	47	50	59	88	188	104	397
1967	Moy.	32	14	27	29	34	45	57	101	74	185
	Min.	28	6	18	15	21	22	34	65	55	125
	Max.	36	25	33	48	91	65	71	173	90	403
1968	Moy.	32	12	28	33	36	57	58	114	71	196
	Min.	29	6	24	14	21	26	48	70	49	141
	Max.	35	19	37	53	64	122	81	176	106	371
1969 ⁽³⁾	Moy.	32	11	29	29	32	41	60	115	80	210
1970 ⁽³⁾	Moy.	29	13	28	41	27	51	50	123	69	229

- 1) Les déterminations effectuées en 1960 n'ont commencé qu'à la fin du mois de mai (16 déterminations dans l'année).
- 2) Pour 1960, les valeurs indiquées correspondent aux observations effectuées à Lobith.
- 3) Au cours des années 1969 et 1970, les déterminations de sulfates n'ont été effectuées que 8 fois par an (en général) ou 6 fois dans certains cas.

D'après les tableaux numériques publiés
par la Commission Internationale pour la

Moy.=Moyennes annuelles
 Min.=Minimums annuels
 Max.=Maximums annuels

RHIN
pH
 Périodes 1959-1960 et 1963-1970

Tableau n° 9

		Braubach	Emmerich-Lobith
		<u>unités</u>	
1959	Min.	7,2	7,2
	Max.	7,5	7,7
1960	Min.	7,2	7,1
	Max.	7,5	7,6
1963	Min.	7,2	7,1
	Max.	7,7	7,6
1964	Min.	7,0	7,1
	Max.	7,5	7,6
1965	Min.	7,1	7,2
	Max.	7,5	7,6
1966	Min.	7,2	7,2
	Max.	7,5	7,6
1967	Min.	7,0	7,0
	Max.	7,4	7,6
1968	Min.	7,1	7,2
	Max.	7,3	7,6
1969	Min.	7,1	7,0
	Max.	7,5	7,5
1970	Min.	7,1	7,3
	Max.	7,6	7,9

D'après les tableaux numériques publiés
 par la Commission Internationale pour la
 protection du Rhin contre la pollution.

oy.= Moyennes annuelles
in.= Minimums annuels
ax.= Maximums annuels

RHIN
Composés phénoliques (exprimés en phénol)
Période 1959-1970

Tableau n°1

		Braubach		Emmerich-Lobith	
		<u>µg/l</u>	<u>g/s</u>	<u>µg/l</u>	<u>g/s</u>
1959	Moy.	17	19	27	41
	Min.	10	5	10	14
	Max.	31	46	68	129
1960	Moy.	17	25	24	50
	Min.	10	13	10	18
	Max.	36	60	77	150
1963	Moy.	22	29	51	66
	Min.	<10	15	6	10
	Max.	56	54	270	232
1964	Moy.	28	29	38	54
	Min.	10	12	13	16
	Max.	78	62	174	170
1965	Moy.	26	53	26	74
	Min.	13	21	11	28
	Max.	76	86	74	132
1966	Moy.	28	58	26	79
	Min.	16	18	10	28
	Max.	54	96	78	216
1967	Moy.	31	54	30	78
	Min.	18	27	14	30
	Max.	56	95	100	337
1968	Moy.	34	65	31	79
	Min.	7	16	11	29
	Max.	90	171	160	213
1969	Moy.	34	53	42	88
	Min.	6	17	20	30
	Max.	65	110	190	258
1970	Moy.	23	47	32	91
	Min.	10	15	14	38
	Max.	54	82	108	298

D'après les tableaux numériques publiés
par la Commission Internationale pour la
protection du Rhin contre la pollution

Tableau n° 11
Moyennes annuelles

R H I N
Ions Chlore (Cl⁻)
Période 1955 - 1970

D'après les tableaux numériques publiés
par la Commission Internationale pour
la protection du Rhin contre la pollution.

nées	Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/ Lobith		Gorinchem		Vreeswijk		Kampen		Gorinchem +Vreeswijk +Kampen
	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	kg/s
1955	2,7	1,1	7,3	8,1	81	85	85	125	131	244	126	167	167	46	118	27	240
1956	2,6	1,0	7,1	7,1	86	94	82	135	114	255	113	172	115	48	102	28	247
1957	2,7	0,9	7,6	6,4	110	115	95	135	133	254	126	167	130	45	114	26	238
1958	2,6	0,9	6,4	6,6	105	129	93	149	119	268	112	176	115	48	99	29	253
1959	2,9	0,8	8,2	5,8	132	117	111	117	180	245	168	161	172	40	165	24	225
1960	3,0	1,1	7,0	7,1	106	117	91	128	134	264	133	190	137	50	130	33	273
1961	2,8	0,9	7,5	6,3	98	112	78	113	119	265	127	185	127	48	114	34	267
1962	3,1	0,9	9,3	7,1	113	111	102	127	150	260	148	179	153	47	141	30	256
1963	3,2	1,1	7,8	7,3	114	123	99	136	169	273	163	185	172	49	157	30	264
1964	3,5	1,0	10,6	6,7	137	111	115	116	187	264	194	185	203	49	184	29	262
1965	3,5	1,5	8,3	9,6	107	155	93	185	125	337	124	222	127	61	119	40	323
1966	3,2	1,4	7,6	9,0	109	161	95	183	123	344	121	226	124	63	113	42	331
1967	3,5	1,5	8,6	9,0	120	151	102	168	141	337	143	237	148	65	137	41	343
1968	3,2	1,2	9,1	10,4	128	183	96	184	128	338	129	219	130	62	118	39	320
1969	4,0	1,2	12,1	10,3	142	159	124	183	168	344	160	225	165	63	154	40	328
1970	4,5	2,0	11,1	14,5	104	156	93	184	136	365	133	240	136	68	126	44	352

Tableau n° 12

RHIN

Ions Chlore (Cl⁻)

Minimums et maximums annuels

Période 1964-1970

D'après les tableaux numériques publiés par la Commission Internationale pour la protection du Rhin contre la pollution.

		Stein am Rhein		Kembs		Seltz		Braubach		Emmerich/Lobith		Gorinchem		Vreeswijk		Kampen	
		mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s	mg/l	kg/s
1964	Min.	2,8	0,4	5,8	3,6	25	34	34	42	81	164	85	118	94	31	93	17
	Max.	4,5	1,8	18,2	9,0	262	198	182	201	260	434	281	288	289	80	245	57
1965	Min.	2,5	0,7	4,1	6,3	31	32	36	57	43	222	62	168	62	48	54	30
	Max.	4,3	3,4	16,9	17,3	269	210	188	317	223	534	227	280	229	78	204	53
1966	Min.	2,0	0,8	4,6	5,7	23	35	40	92	41	264	40	172	43	49	46	25
	Max.	4,1	2,4	11,4	12,1	245	230	158	247	216	463	212	292	218	86	195	54
1967	Min.	2,7	0,5	4,6	5,6	22	34	34	65	63	258	61	166	64	47	52	30
	Max.	4,6	2,9	12,8	13,0	260	222	170	231	212	447	204	558	212	103	207	63
1968	Min.	2,4	0,6	5,0	5,6	30	62	32	64	67	196	67	128	70	37	62	17
	Max.	4,6	2,0	13,0	16,7	320	231	194	332	241	478	241	264	232	76	201	52
1969	Min.	3,1	0,6	7,2	6,7	40	62	48	93	88	272	86	167	88	45	85	23
	Max.	5,1	2,0	20,4	15,2	229	234	212	264	292	473	278	296	288	84	255	59
1970	Min.	3,1	0,7	5,6	5,9	25	44	37	80	50	235	69	162	73	43	70	28
	Max.	5,4	3,4	22,6	32,5	246	246	166	252	270	532	239	302	232	91	190	57

Tableau n° 13R H I N

D'après les tableaux numériques publiés par la Commission Internationale pour la protection du Rhin contre la pollution.

calculs effectués sur la base des charges moyennes annuelles.

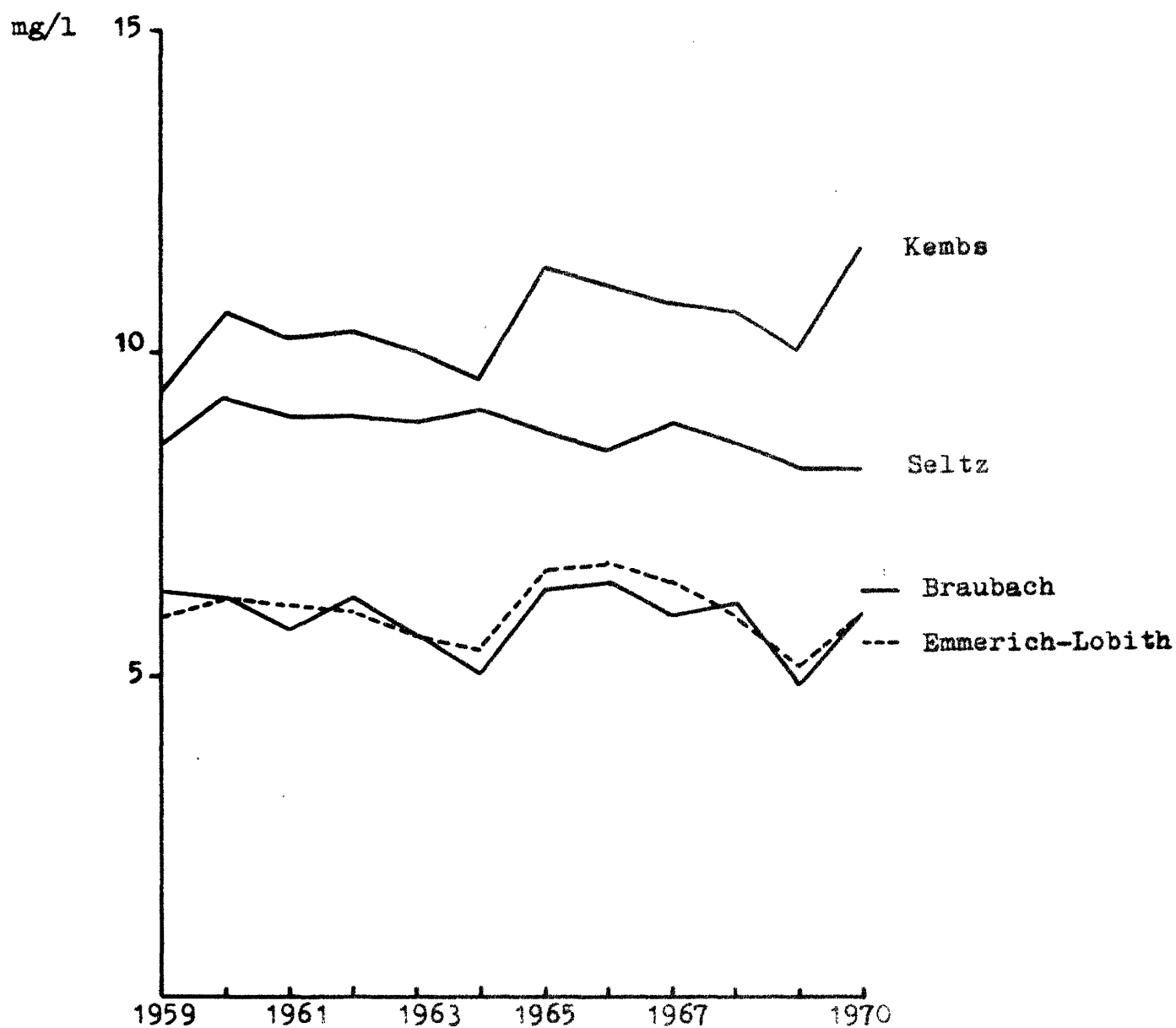
Apports d'Ions Chlore Cl⁻ dans différents tronçons

Période 1955 - 1970

Années	Tronçon Stein-am-Rhein - Kembs	Tronçon Kembs - Seltz	Tronçon Seltz - Braubach	Tronçon Braubach- Emmerich-Lobith
	kg/s	kg/s	kg/s	kg/s
1955	7,0	76	40,6	119
1956	6,1	87	40,6	120
1957	5,5	108	20,5	119
1958	5,7	123	19,2	119
1959	5,0	111	0,1	128
1960	6,0	110	10,8	136
1961	5,4	106	0,8	152
1962	6,2	104	15,4	133
1963	6,2	116	12,3	137
1964	5,7	104	5,8	147
1965	8,1	146	29,4	152
1966	7,6	152	21,4	161
1967	7,5	142	17	169
1968	9,2	173	1	154
1969	9,1	149	24	161
1970	12,5	141	28	181

Graphique n° 1

Oxygène dissous
Moyennes annuelles
Période 1959-1970

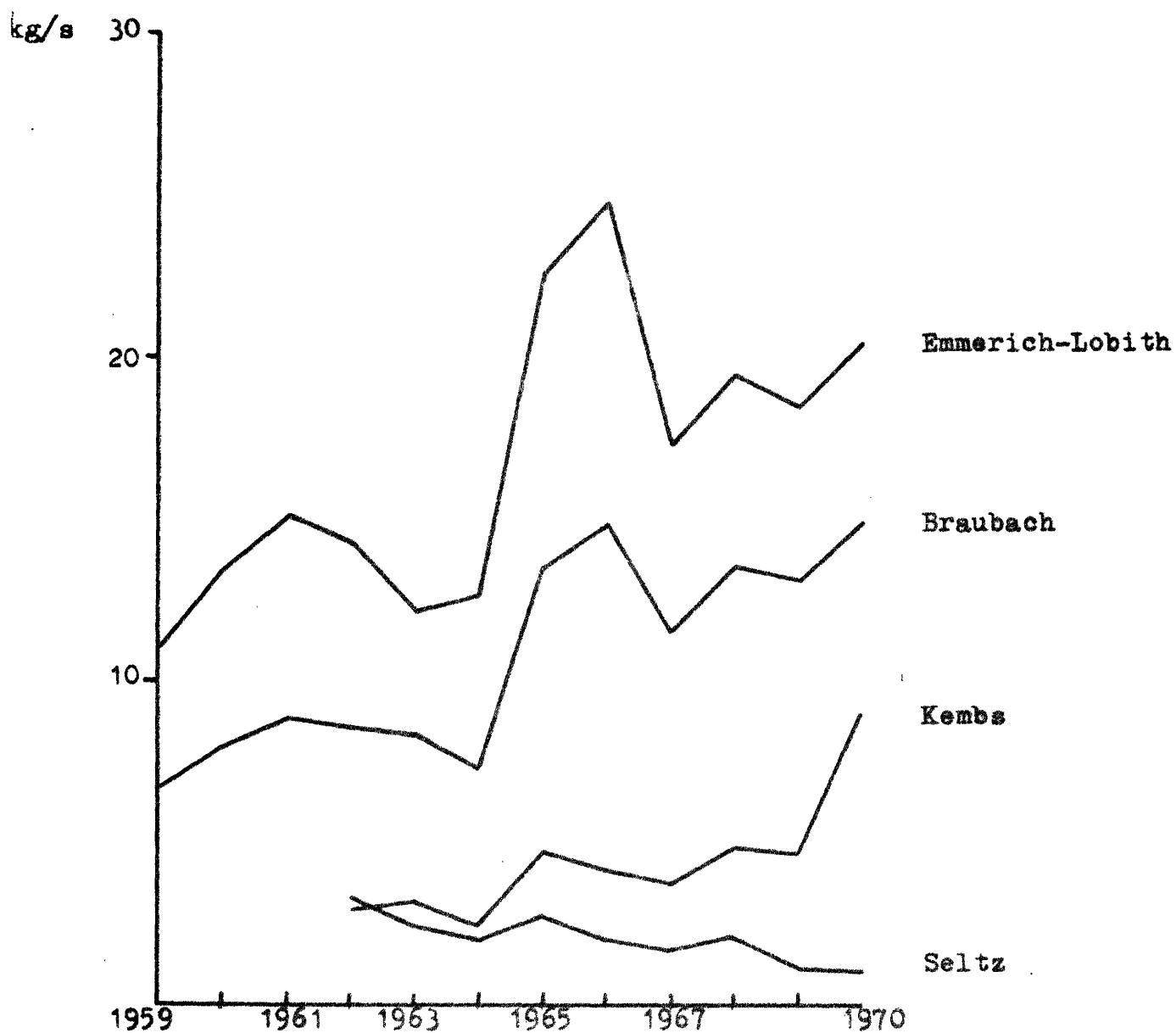


D'après les tableaux numériques publiés par
la Commission Internationale pour la protec-
tion du Rhin contre la pollution

Graphique n° 2

Demande biochimique en Oxygène (5 jours)

Période 1959-1970



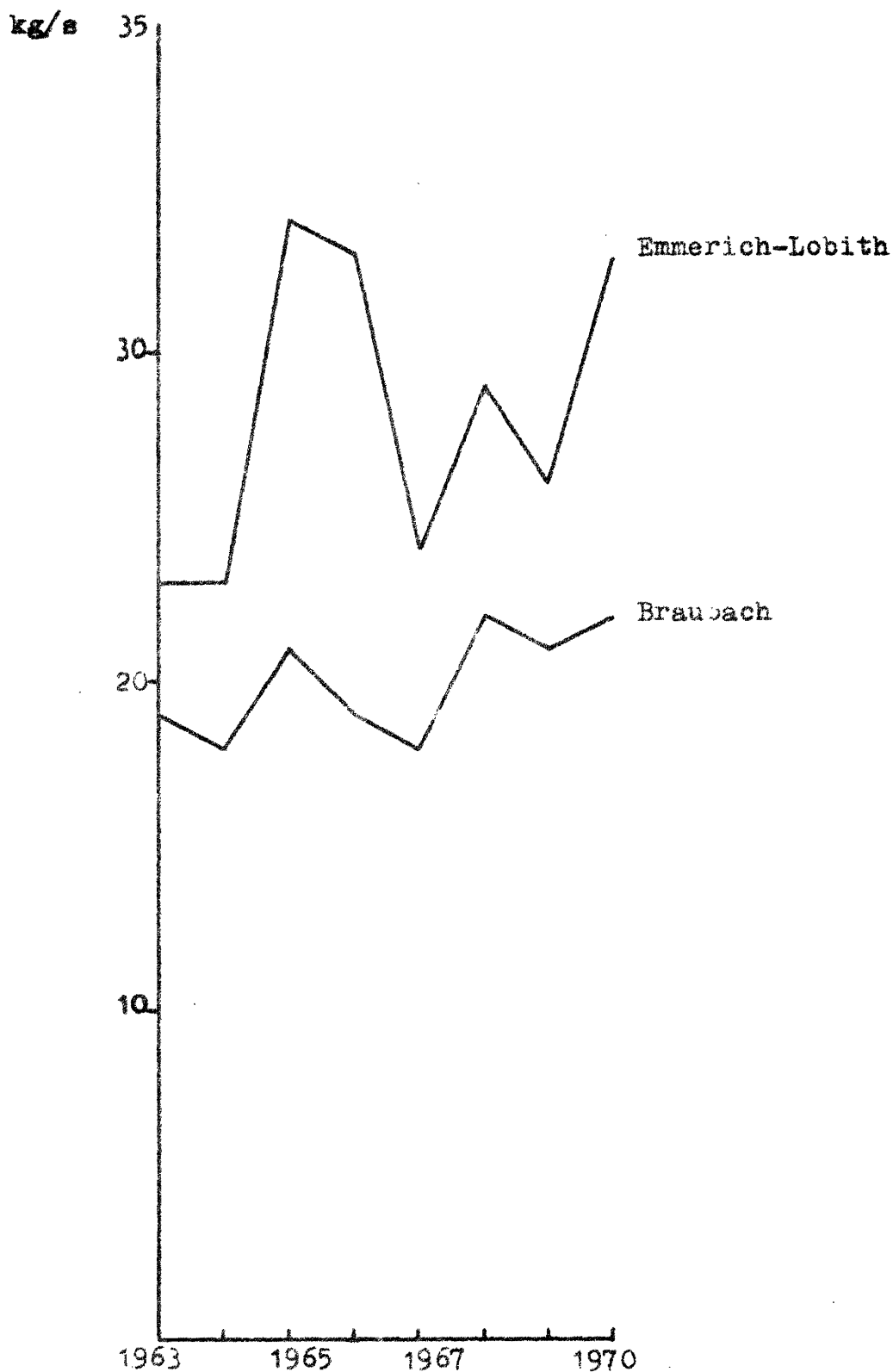
D'après les tableaux numériques publiés par la
Commission Internationale pour la protection
du Rhin contre la pollution

Graphique n° 3

Oxydabilité au permanganate de potassium
(exprimées en oxygène)

Moyennes annuelles

Période 1963-1970



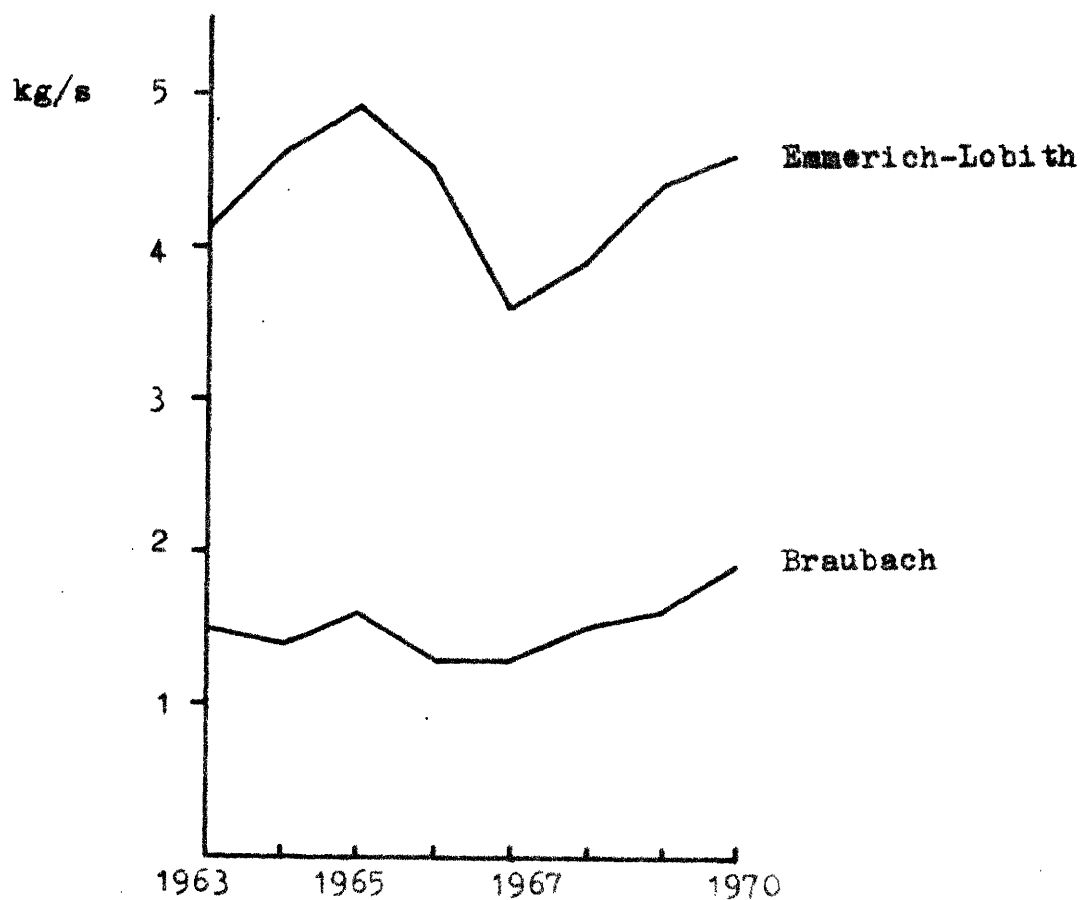
D'après les tableaux numériques publiés par la
Commission Internationale pour la protection
du Rhin contre la pollution

Graphique n° 4

Ions Ammonium (NH^4)

Moyennes annuelles

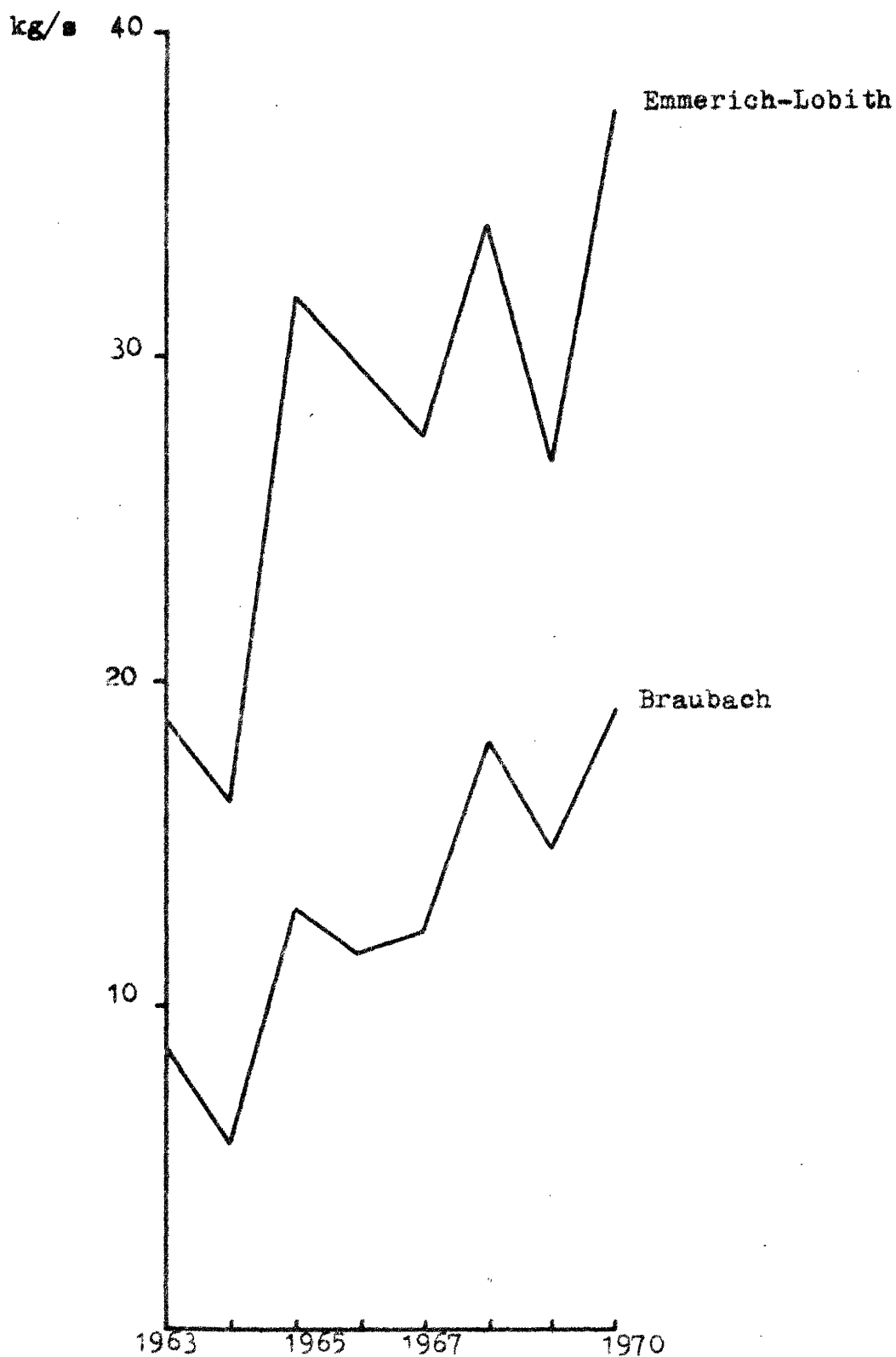
Période 1963-1970



D'après les tableaux numériques publiés par la Commission Internationale pour la protection du Rhin contre la pollution

Graphique n° 5

Nitrates (NO_3^-)
Moyennes annuelles
Période 1963-1970



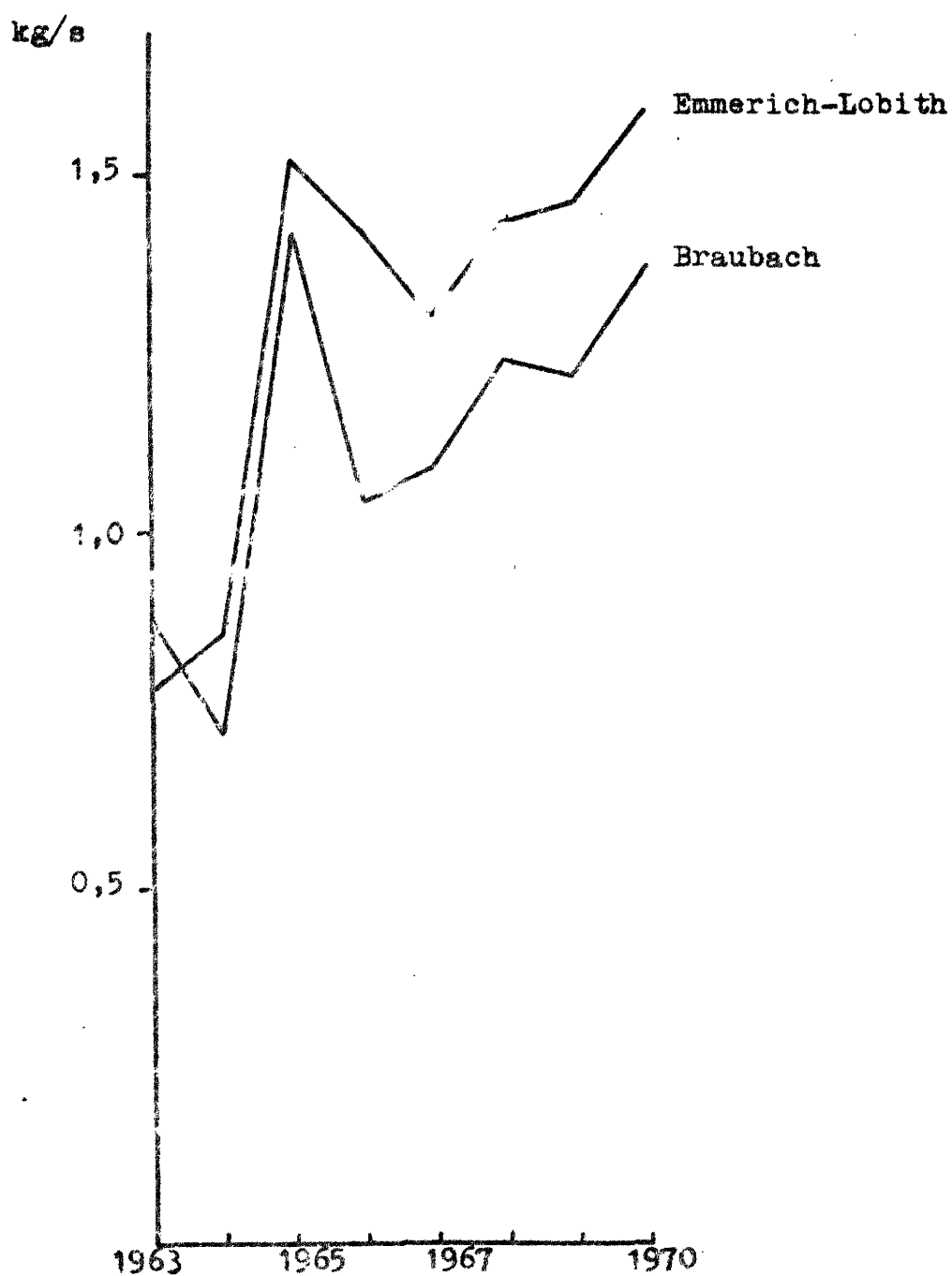
D'après les tableaux numériques publiés par la
Commission Internationale pour la protection
du Rhin contre la pollution

Graphique n° 6

Phosphates (PO_4^{3-})

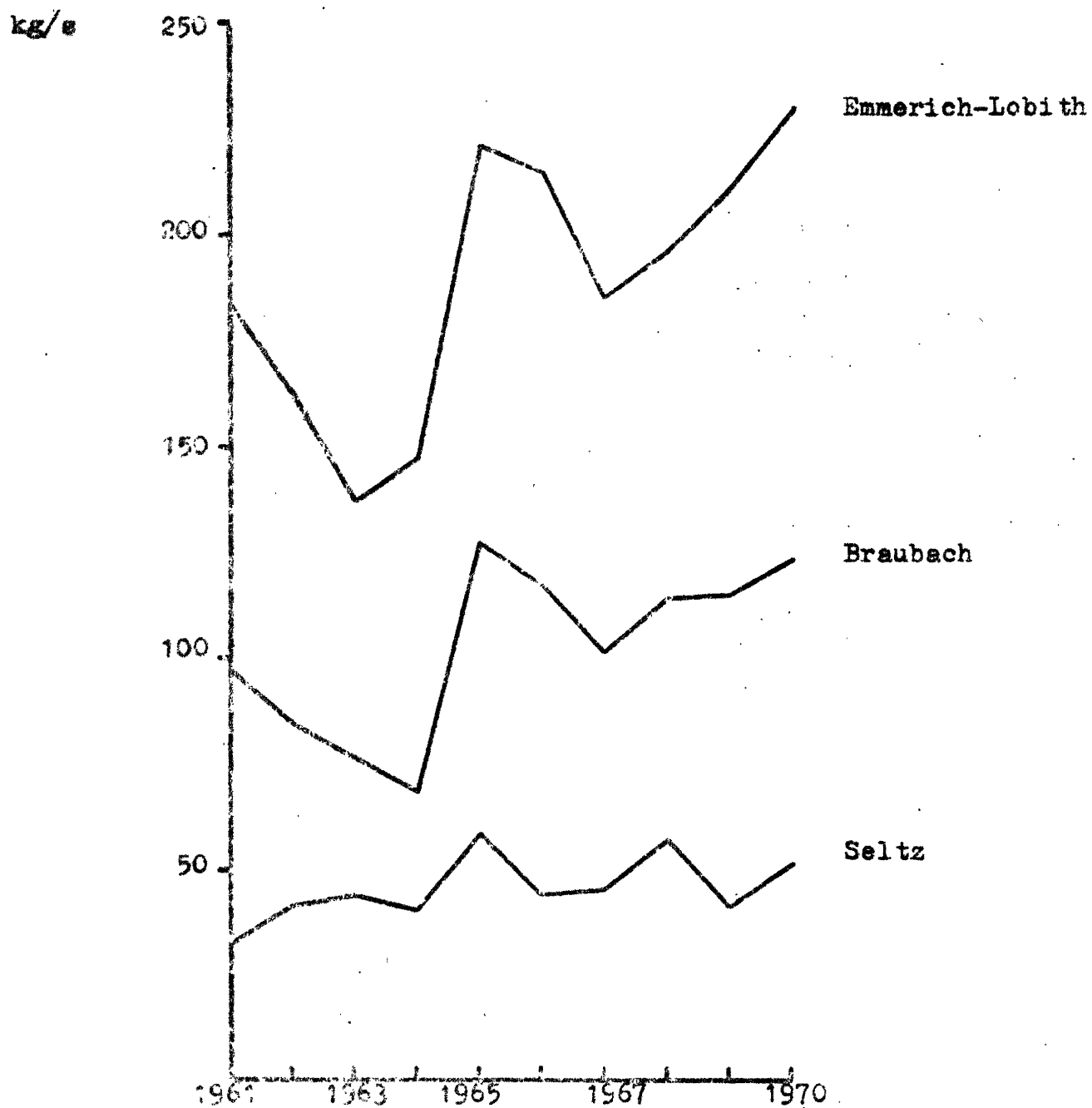
Moyennes annuelles

Période 1963-1970



D'après les tableaux numériques publiés par la
Commission Internationale pour la protection
du Rhin contre la pollution

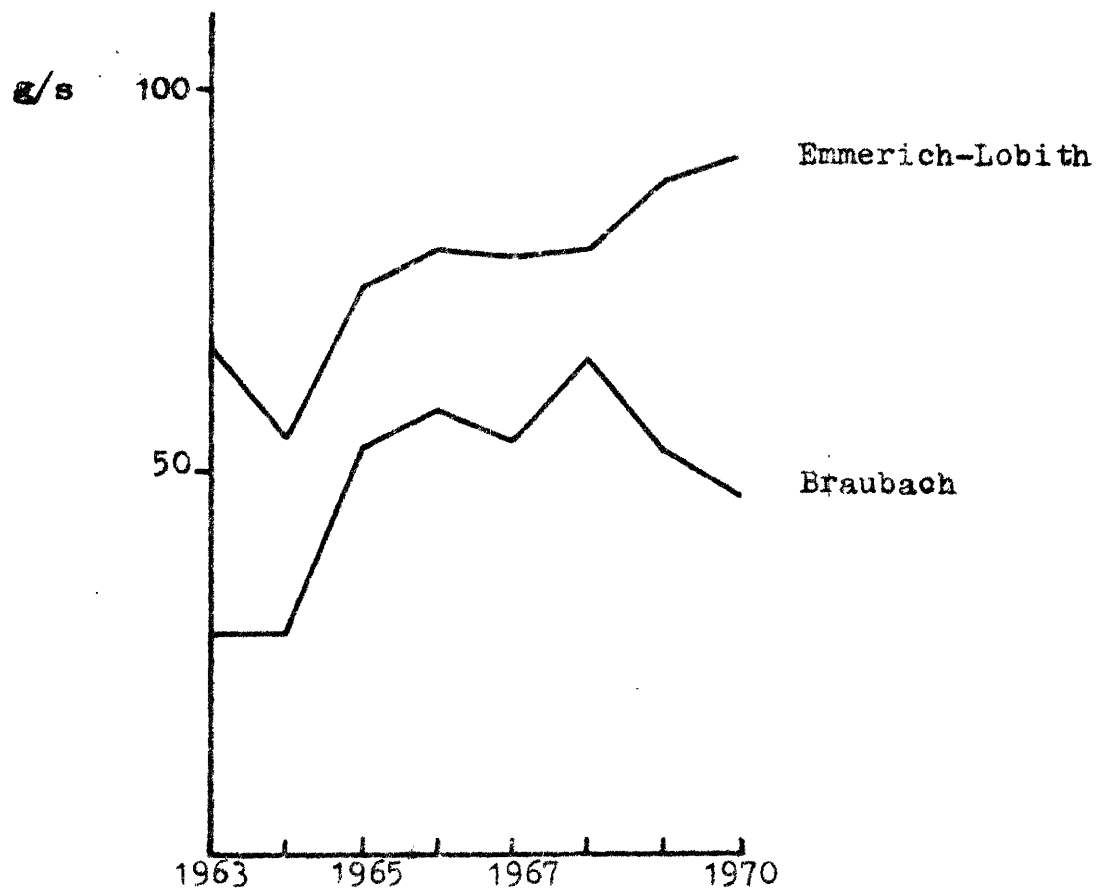
Graphique n° 7
Ions Sulfate (SO_4^{--})
 Moyennes annuelles
 Période 1961-1970



D'après les tableaux numériques publiés par
 la Commission Internationale pour la protection
 du Rhin contre la pollution.

Graphique n° 8

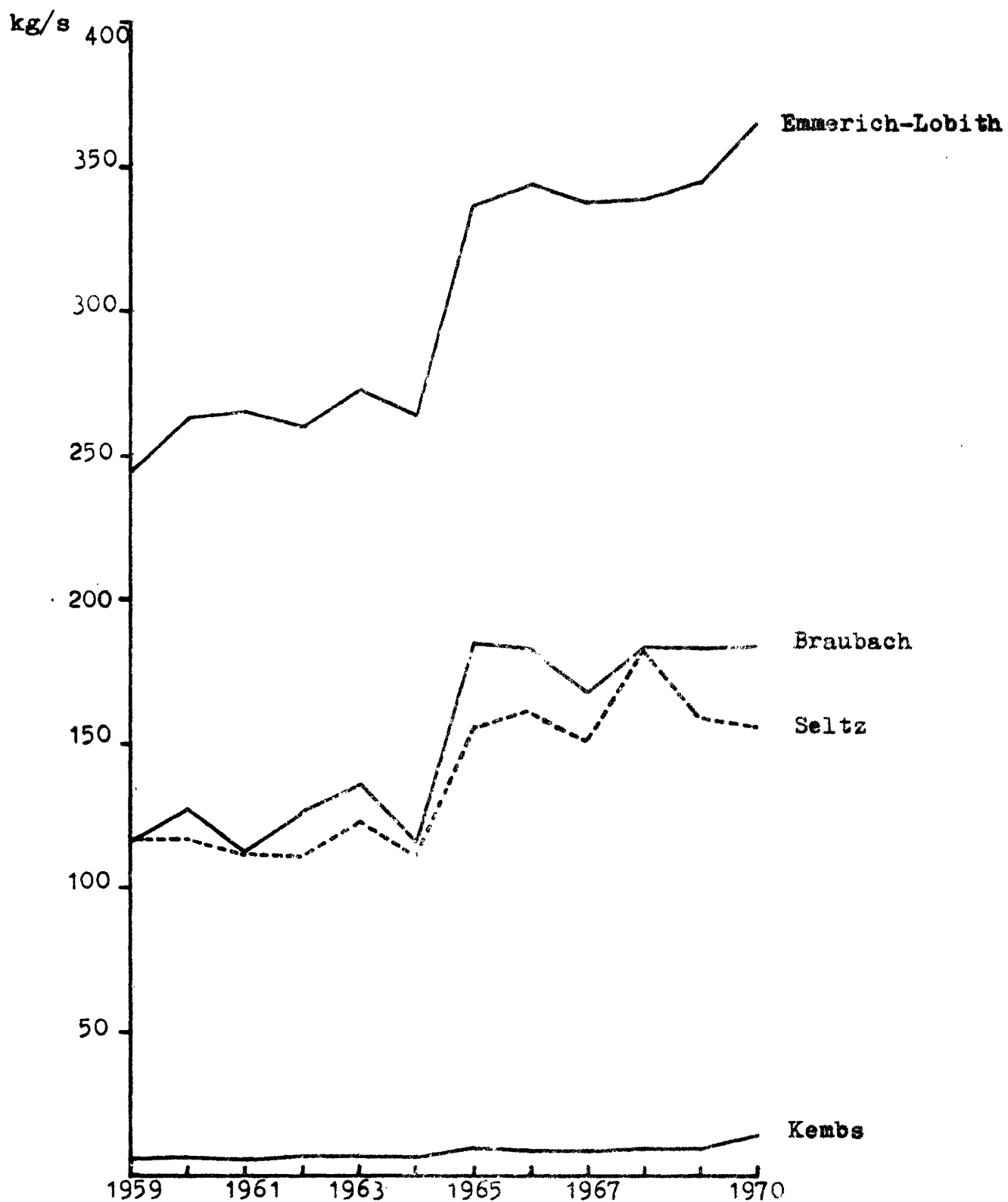
Composés phénoliques
(exprimés en phénol)
Période 1963-1970



D'après les tableaux numériques publiés par la
Commission Internationale pour la protection
du Rhin contre la pollution

Graphique n° 9

Ions Chlore (Cl^-)
Moyennes annuelles
Période 1959-1970



D'après les tableaux numériques publiés par
la Commission Internationale pour la protection
du Rhin contre la pollution

BUREAUX DE VENTE

Les documents publiés par la Commission des Communautés Européennes sont vendus par l'Office des Publications aux adresses et au prix indiqués ci-après. Lors de la commande, bien indiquer la référence exacte et le titre du document.

FRANCE

*Service de vente en France des publications
des Communautés européennes — Journal officiel*
26, rue Desaix — 75 732 Paris - Cédex 15°
Tél. (1) 306 51 00 — CCP Paris 23-96

PAYS-BAS

Staatsdrukkerij- en uitgeverijbedrijf
Christoffel Plantijnstraat
's-Gravenhage — Tél. (070) 81 45 11
Postgiro 42 53 00

ALLEMAGNE (RF)

Verlag Bundesanzeiger
5 Köln 1 — Postfach 108 006
Tél. (0221) 21 03 48
Télex : Anzeiger Bonn 08 882 595
Postscheckkonto 834 00 Köln

ROYAUME-UNI

H.M. Stationery Office
P.O. Box 569
London S.E. 1 — Tél. 01-928 69 77, ext. 365

BELGIQUE — BELGIË

Moniteur belge — Belgisch Staatsblad
Rue de Louvain 40-42 — Leuvenseweg 40-42
1000 Bruxelles — 1000 Brussel — Tél. 12 00 26
CCP 50-80 — Postgiro 50-80

Sous-dépôt :
Librairie européenne — Europese Boekhandel
Rue de la Loi 244 — Wetstraat 244
1040 Bruxelles — 1040 Brussel

ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

European Community Information Service
2100 M Street, N.W.
Suite 707
Washington, D.C., 20 037 — Tél. 296 51 31

DANEMARK

J.H. Schultz — Boghandel
Møntergade 19
DK 1116 København K — Tél. 14 11 95

SUISSE

Librairie Payot
6, rue Grenus
1211 Genève — Tél. 31 89 50
CCP 12-236 Genève

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

*Office des publications officielles
des Communautés européennes*
Case postale 1003 — Luxembourg
Tél. 4 79 41 — CCP 191-90
Compte courant bancaire : BIL 8-109/6003/200

SUÈDE

Librairie C.E. Fritze
2, Fredsgatan
Stockholm 16
Post Giro 193, Bank Giro 73/4015

IRLANDE

Stationery Office — The Controller
Beggar's Bush
Dublin 4 — Tél. 6 54 01

ESPAGNE

Libreria Mundi-Prensa
Castello 37
Madrid 1 — Tél. 275 51 31

ITALIE

Libreria dello Stato
Piazza G. Verdi 10
00198 Roma — Tél. (6) 85 08
CCP 1/2640

AUTRES PAYS

*Office des publications officielles
des Communautés européennes*
Case postale 1003 — Luxembourg
Tél. 4 79 41 — CCP 191-90
Compte courant bancaire : BIL 8-109/6003/200

PRIX: FB. 150,—